



La confrontation entre les ressources en eau et les besoins en eau en moyenne montagne cristalline. Quelles contraintes, quels acteurs et quelles politiques de gestion ?

Yohann Benmalek

► To cite this version:

Yohann Benmalek. La confrontation entre les ressources en eau et les besoins en eau en moyenne montagne cristalline. Quelles contraintes, quels acteurs et quelles politiques de gestion ?. Géographie. Université Jean Monnet - Saint-Etienne, 2009. Français. NNT : . tel-00672956

HAL Id: tel-00672956

<https://theses.hal.science/tel-00672956>

Submitted on 22 Feb 2012

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Centre de Recherches sur l'ENvironnement et sur l'AMénagement

THESE

Pour obtenir le grade de

DOCTEUR DE L'UNIVERSITE DE SAINT-ETIENNE

Spécialité : **Interface Nature-Sociétés**

Présentée et soutenue publiquement en 2009 par

Yohann BENMALEK

***La confrontation entre les ressources en eau et
les besoins en eau en moyenne montagne cristalline***

***Quelles contraintes, quels acteurs
et quelles politiques de gestion ?***

*Parc Naturel Régional du Pilat, Syndicat Intercommunal du Pays du Gier,
S.I.C.A.L.A. « Antenne de Tence », Départements de la Loire et de la Haute-Loire*

**Directeur de thèse :
Bernard ETLICHER**

Remerciements

En tout premier lieu, je remercie bien sûr mon Directeur de thèse, M^r B. ETLICHER, pour m'avoir fait confiance dans cette difficile aventure démarrée en août 2003.

Tout le personnel du laboratoire du C.R.E.N.A.M. C.N.R.S. U.M.R. 5600 serait à citer. J'ai une pensée particulière pour M^r T. JOLIVEAU, qui m'a orienté dans les premiers pas de cette thèse, et pour M^{me} J. DUPUIS qui m'a assisté sur la partie graphique de mes communications.

J'adresse des remerciements chaleureux et soutenus à toute ma famille, plus particulièrement à mes parents.

Je souhaite remercier le personnel du Parc Naturel Régional du Pilat, du Syndicat Intercommunal du Pays du Gier et les membres du S.I.C.A.L.A. « Antenne de Tence » (anciennement Syndicat Mixte des Trois Rivières de Tence).

Je tiens particulièrement à remercier tout le personnel administratif des mairies du territoire d'étude, de la Communauté d'Agglomération Saint-Etienne Métropole, des Départements de la Loire et de la Haute-Loire, pour leur collaboration dans la constitution des données nécessaires à cette étude.

Je remercie les membres des Services Techniques de la Ville de Saint-Etienne, qui m'ont apporté leur concours au cours de la dernière partie de la thèse, en particulier ma collègue Mlle J. ULTSCH et MM. A. WEROCHOWSKI et D. JANAND.

Je remercie M^r B. AUJOULAT pour sa disponibilité en début de travail de thèse. Il a facilité la recherche des relevés météorologiques des Départements de la Loire et de la Haute-Loire durant les années 2002 et 2003.

Enfin, je remercie tous ceux qui, de Tallinn à Séville ou de Rennes à Montpellier, m'ont accompagné et ont apporté leur pierre à l'édifice.

A mon oncle Michel,

Résumé

L'objectif de ce Doctorat était de mettre en adéquation les ressources en eau et les besoins en eau en moyenne montagne cristalline à travers l'exemple du Pays du Gier, du Parc Naturel Régional du Pilat et S.I.C.A.L.A. « Antenne de Tence ». Ce travail fut réalisé dans un espace de moyenne montagne. Il correspond aussi bien au milieu géographique au sens strict qu'à un espace vécu par une société.

D'un point de vue quantitatif, la ressource en eau peut amplement satisfaire les besoins. La ressource en eau n'est pas épuisée. La pluviométrie liée à un climat semi-montagnard à montagnard est suffisante et les modes de consommation de l'eau sont assez raisonnables. Toutefois, compte tenu des caractéristiques pédologiques et géologiques et du milieu, cette ressource en eau a dû être retenue pour pouvoir alimenter la population en eau potable. Cette idée de « réserver » la ressource a germé dans l'esprit des gestionnaires il y a plus de trois cents ans. Construire des retenues artificielles fut donc une décision fondamentale.

Si la balance besoins / ressources n'inspire pas le catastrophisme, il y a eu certaines périodes dans notre Histoire récente où elle fut déséquilibrée. Depuis 1975, au moins cinq épisodes majeurs de sécheresse se sont produits. La prise en compte du phénomène de sécheresse par les autorités nous a conduit à réfléchir sur la question du risque. Si les situations météorologiques propices à l'occurrence de tels épisodes sont connues, qui est aujourd'hui capable de prédire l'extension et l'intensité de tels phénomènes ? La réponse socio-politique face à la sécheresse est de plus en plus pointue et proche du territoire. Elle se traite à l'échelle du bassin versant, notion désormais omniprésente.

D'un point de vue qualitatif, l'estimation de l'état de la ressource nécessiterait une analyse plus approfondie pour déterminer les causes de pollution. La société urbaine a longtemps considéré que les cours d'eau n'étaient que le réceptacle de ses déchets. Il a bien fallu prendre conscience, parfois de manière forcée, que l'Europe était en marche et exigeait une certaine qualité de vie dans le milieu. Tous les problèmes ne sont pas résolus même si de nombreux efforts ont été effectués. La contamination des sols par l'agriculture relativement intensive et par l'exploitation ancestrale des mines est un sujet d'actualité. Le contact des éléments contaminés avec l'eau reste encore un champ à exploiter.

Abstract

The objective of this Doctorate was to put in adequacy water resources and water requirements on average crystalline mountain through the example of the Country of Gier, the Regional Natural reserve of Pilat and S.I.C.A.L.A. "Antenna of Tence ". This work was realized in a space of low mountain range. It corresponds so in the middle geographical in the strict sense as in a space lived by a society.

From a quantitative point of view, the resource in water can amply satisfy needs. The resource in water is not exhausted. The pluviometry bound to a semi-mountain climate to mountain dweller is sufficient and the modes of consumption of the water are rather reasonable. However, considering the pedological and geologic characteristics and considering the environment, this resource in water must be retained to be able to feed the population with drinking water. This idea "to reserve" the resource germinated in mind of the administrators more than three hundred years ago. To build artificial restraints was thus a fundamental decision.

If the balance needs / resources does not inspire the doom-watch, there were certain periods in our recent History where it was unbalanced. Since 1975, at least five major episodes of drought occurred. They called us by their occurrence. The consideration of the phenomenon of drought by the authorities led to us to think about the question of the risk. If the meteorological situations convenient to the occurrence of such episodes are known, who is today capable of predicting the extension and the intensity of such phenomena ? The socio-political answer in front of the drought is more and more sharp and close to the territory. It is treated on the scale of the pouring pond, the henceforth omnipresent notion.

From a qualitative point of view, the estimation of the state of the resource would require an analysis more deepened to determine the causes of pollution. The urban society considered for a long time that streams were only the receptacle of its waste. It was necessary well to become aware, sometimes in a forced way, that Europe was on the march and required a certain quality of life in the environment. All the problems are not resolved even if numerous efforts were made. The contagion of grounds by the relatively extensive agriculture and by the ancestral exploitation of mines is a subject of current events. The contact of elements contaminated with the water stays another field to be exploited.

Table des matières

REMERCIEMENTS.....	- 2 -
RESUME.....	- 4 -
ABSTRACT	- 5 -
TABLE DES MATIERES	- 6 -
INTRODUCTION : L'EAU, UN ELEMENT UNIQUE MAIS VARIABLE.....	- 9 -
METHODOLOGIE D'ETUDE.....	- 16 -
PREMIERE PARTIE : L'ESTIMATION DE LA RESSOURCE EN EAU	- 35 -
CHAPITRE 1 : LES APPORTS METEORIQUES EN EAU	- 42 -
1.1 La situation dite « normale »	- 42 -
1.2 L'évolution du manteau neigeux depuis 1975-1976	- 58 -
1.2.1 Dans le sud des Monts du Lyonnais.....	- 59 -
1.2.2 Dans le Massif du Pilat.....	- 60 -
1.2.3 Dans les vallées du Furan, du Gier et de l'Ondaine	- 62 -
1.2.4 Dans le S.I.C.A.L.A. « Antenne de Tence »	- 64 -
CHAPITRE 2 : LA TEMPERATURE, UN AUTRE FACTEUR INFLUENT SUR LA RESSOURCE EN EAU	- 66 -
CHAPITRE 3 : L'EVOLUTION DE LA RESERVE UTILE SUR L'ENSEMBLE DU TERRITOIRE D'ETUDE PENDANT L'ANNEE HYDROLOGIQUE.....	- 70 -
3.1 La méthode employée et ses limites	- 70 -
3.2 La Réserve Utile est surtout affectée pendant l'été.....	- 72 -
3.3 Le Déficit Hydrique est surtout important pendant l'été	- 80 -
CHAPITRE 4 : LE BILAN PAR BASSIN VERSANT	- 85 -
4.1 Le diagramme ombrothermique par bassin versant	- 90 -
4.2 Les bilans hydriques et hydrologiques par bassin versant.....	- 94 -
CHAPITRE 5 : LES DEBITS MESURES DANS LES COURS D'EAU : VERS UNE DIMINUTION DES ECOULEMENTS ?..	- 129 -
CHAPITRE 6 : QUELS PARAMETRES PEUVENT ETRE MIS EN RELATION AVEC LE COEFFICIENT D'ECOULEMENT ?	- 133 -
DEUXIEME PARTIE : LES BESOINS EN EAU ET LES OUTILS DE GESTION.....	- 139 -
CHAPITRE 1 : QUELS SONT LES BESOINS EN EAU DES DIFFERENTES ACTIVITES ECONOMIQUES ?	- 139 -
1.1 Les besoins en eau des cultures	- 139 -
1.2 Les besoins en eau des populations	- 154 -
1.3 Les besoins en eau de l'industrie.....	- 156 -
1.4 Les besoins en eau du tourisme et des activités de loisirs.....	- 157 -
CHAPITRE 2 : LES OUTILS DE GESTION DE LA RESSOURCE.....	- 165 -
2.1 De 1898 à 2000 : de la France à l'Europe	- 165 -
2.2. L'organisation de la gestion de l'eau dans les Départements de la Loire et de la Haute-Loire. -	172 -
2.3 Les outils de gestion de la ressource en eau propres au territoire d'étude	- 174 -
2.3.1 La gestion de la ressource en eau dans le S.A.G.E. « Loire Amont »	- 174 -
2.3.2 La gestion de la ressource en eau dans le S.A.G.E. « Lignon du Velay »	- 178 -
2.3.3 La gestion de la ressource en eau dans les différents contrats de rivière.....	- 179 -
CHAPITRE 3 : EN MATIERE D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE ET D'ASSAINISSEMENT : QUELLES STRUCTURES POUR QUELLES VOCATIONS ?.....	- 188 -
TROISIEME PARTIE : L'EVOLUTION DES BESOINS EN EAU DEPUIS LES TRENTE DERNIERES ANNEES.....	- 212 -

Table des matières

CHAPITRE 1 : L'EVOLUTION DEMOGRAPHIQUE	- 213 -
CHAPITRE 2 : L'EVOLUTION DES SECTEURS AGRICOLE ET INDUSTRIEL	- 228 -
2.1 L'évolution du nombre d'exploitations entre 1988 et 2000	- 228 -
2.2 L'occupation du sol de la Surface Agricole Utilisée par commune.....	- 229 -
2.3 La part des terres labourables sur la superficie de la commune	- 230 -
CHAPITRE 3 : PRIX ET CONSOMMATION DE L'EAU POTABLE	- 239 -
3.1 LE PRIX DE L'EAU POTABLE	- 239 -
3.2 LA CONSOMMATION DE L'EAU POTABLE PAR COMMUNE	- 242 -
3.3 LA QUALITE DE L'EAU POTABLE DISTRIBUEE PAR COMMUNE.....	- 251 -
CHAPITRE 4 : LA PROTECTION ET LA VALORISATION DE LA RESSOURCE EN EAU.....	- 262 -
4.1 L'UTILISATION DE L'EAU : PRATIQUES CULTURALES, PROTECTION DE LA RESSOURCE, CONFLITS	- 264 -
4.2 LA QUESTION DE L'ASSAINISSEMENT	- 269 -
4.3 L'ENJEU DE LA PRESERVATION ET DE LA MISE EN VALEUR DU PATRIMOINE ET LA REDECOUVERTE DES	
COURS D'EAU POUR LES CITOYENS	- 288 -
4.3.1 Le nettoyage des cours d'eau.....	- 290 -
4.3.2 Les villes redécouvrent les cours d'eau : la question de l'image et le retour à la lumière	- 293 -
4.3.3 L'éducation à un environnement aquatique.....	- 295 -
QUATRIEME PARTIE : DES PERIODES DE CRISE, LES PERIODES DE SECHERESSE.....	- 299 -
CHAPITRE 1 : LA SECHERESSE PLURI-ANNUELLE 1989-1991	- 305 -
1.1 Un déficit en eau relatif, surtout pendant les deux premières années, avec des températures	
excédentaires par endroits.....	- 305 -
1.2 Une sécheresse hydrologique, surtout en été, prolongée jusqu'en hiver en 1989-1990	- 318 -
1.3 Les retenues collinaires épuisées, l'arboriculture et la céréaliculture touchées.....	- 331 -
1.4 Les mesures prises et envisagées	- 333 -
CHAPITRE 2 : LA SECHERESSE DE 2003	- 337 -
2.1 Des précipitations faibles à partir du printemps, associées à des températures record.....	- 337 -
2.2 Une sécheresse hydrologique différente selon les cours d'eau.....	- 359 -
2.3 Une sécheresse agronomique et la perte des récoltes de tous types	- 369 -
2.4 Les mesures prises pour faire face à la sécheresse.....	- 388 -
CHAPITRE 3 : LES PROBABILITES D'OCCURRENCE DE LA SECHERESSE.....	- 402 -
3.1 Les précipitations décennales	- 405 -
3.2 Les précipitations centennales	- 414 -
CINQUIEME PARTIE : QUELLE EST LA QUALITE DES COURS D'EAU ?	- 424 -
CHAPITRE 1 : LES RELEVES DE QUALITE SUR L'ENSEMBLE DU TERRITOIRE ETUDIE	- 427 -
1.1 La situation actuelle : la qualité physico-chimique des cours d'eau	- 428 -
1.2 La qualité des cours d'eau pendant une année d'extrêmes hydrologiques : 2003 dans le sud du	
Département de la Loire	- 448 -
1.2.1 L'altération par les matières organiques et oxydables	- 448 -
1.2.2 L'altération par les nitrates	- 449 -
1.2.3 L'altération par les matières phosphorées.....	- 449 -
1.2.4 Synthèse des relevés de qualité des cours d'eau	- 450 -
CHAPITRE 2 : L'EVOLUTION DE LA QUALITE DES DIFFERENTS COURS D'EAU	- 451 -
2.1 La Déôme et ses affluents.....	- 453 -
2.2 La Dunières et ses affluents	- 454 -
2.3 Le Furan et ses affluents	- 456 -
2.4 Le Gier et ses affluents.....	- 460 -
2.5 L'Ondaine et ses affluents.....	- 464 -
2.6 La Semène et ses affluents.....	- 470 -
2.7 Les ruisseaux des ravins rhodaniens.....	- 473 -
CHAPITRE 3 : LES PROBLEMES PONCTUELS DE QUALITE DE COURS D'EAU.....	- 475 -
3.1 La Loire à Saint-Victor-sur-Loire et la question de la pollution du Barrage de Grangent	- 475 -
3.1.1. La surface de la retenue : des problèmes de pollution temporels mais divers.....	- 476 -
3.1.2. Le nettoyage du fond de la retenue : à quelle échéance ?	- 479 -
3.1.3. La question de la vidange du barrage.....	- 482 -
3.1.4. Des activités de loisirs fréquemment interrompues	- 484 -
3.2 La Loire à Veauchette (plaine du Forez)	- 486 -
3.3 La Semène au Barrage des Plats	- 488 -
3.4 Les plans d'eau de baignade.....	- 489 -

Table des matières

CONCLUSION : COMPRENDRE LE PRESENT POUR MIEUX ASSURER L'AVENIR	- 492 -
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	- 496 -
TABLE DES ILLUSTRATIONS.....	- 516 -
LISTE DES SIGLES UTILISES.....	- 530 -
ANNEXES.....	- 533 -
L'ORGANISATION DE LA GESTION DE LA RESSOURCE EN EAU EN FRANCE	- 533 -

Introduction : l'eau, un élément unique mais variable

2003 était l'année mondiale de l'eau. La question de la ressource en eau est aujourd'hui devenue une préoccupation à toutes les échelles. Nous sommes tous concernés par cet élément vital. Face à la croissance très importante des usages de l'eau au cours des dernières décennies, face à la diversité des activités qui utilisent cette ressource naturelle, il est apparu nécessaire de se poser la question de la rationalité de son utilisation. Nous sommes ici confrontés à un domaine géographique particulier : **la moyenne montagne cristalline**. Cet espace, plutôt rural, assez élevé ne dispose pas des conditions pédologiques et géologiques suffisantes pour maintenir une ressource en eau durable pendant plusieurs mois. La sécheresse hydrologique, accentuée en août 2009, associée à des températures maximales très élevées, vient une nouvelle fois de démontrer cet état de fait.

Cette notion de « moyenne montagne » prend tout son sens sur le territoire du Parc Naturel Régional du Pilat, du Syndicat Intercommunal du Pays du Gier et du S.I.C.A.L.A. « Antenne de Tence ». Trois institutions différentes, trois pays différents, trois vocations particulières pour un seul et même milieu géographique ? Le Jarez, le Pilat, le Velay sont à la fois des **terres de naissance et d'usage de l'eau**.

Au-delà de la dimension spatiale et humaine de ce territoire, c'est surtout dans la **relation entre la société locale et la disponibilité de cette ressource en eau** que se situe le cœur de notre recherche. La relation implique le contact, un rapprochement entre deux milieux qui s'influencent mutuellement. Certaines crises provoquées par l'une ou l'autre des deux parties viennent remettre en cause, au moins temporairement, cet équilibre. Il s'agit des phénomènes de sécheresse et de la dégradation de la qualité de l'eau. Il nous appartient de déterminer la durée, l'étendue et l'impact de ce déséquilibre, de réfléchir aux causes pour mieux en comprendre l'ampleur. Il nous appartient aussi de proposer certaines solutions.

Au cours de cette étude, nous serons amenés à nous poser un certain nombre de questionnements. Comment caractériser l'eau comme une ressource ? En quoi l'eau est-elle naturellement disponible pour les êtres vivants ? L'eau est-elle un bien marchand ? Quels sont les usages de l'eau et comment peuvent-ils s'articuler en toute harmonie ? Même si nous nous appuyons sur le passé pour constituer les fondements de notre étude, nous inscrivons notre recherche dans notre époque.

« A l'échelle de l'ensemble du bassin versant, deux types de recherche poussèrent les gestionnaires de l'eau à vouloir intervenir dans la gestion de l'espace : les unes concernaient le cycle de l'eau en ville et les pollutions diffuses transportées par le ruissellement pluvial, les autres [...] les aménagements fonciers en milieu rural sur la ressource en eau. » (J.-B NARCY, 2004). Nous nous inscrivons clairement dans le deuxième type de recherche.

A travers de nombreux travaux conduits sur les zones humides, la géographie est au cœur des questions d'interface entre nature et sociétés, entre la ressource en eau et les hommes, entre le territoire administratif et le bassin versant.

Notre **problématique** est clairement de **déterminer s'il y a adéquation entre les besoins en eau, surtout ceux de la population, et les ressources en eau.**

Pour pouvoir approcher cette problématique et apporter quelques éléments de réponse aux questions posées, nous présentons **cinq grands axes de recherche** :

1. L'estimation de la ressource en eau
2. Les besoins en eau et les outils de gestion
3. L'évolution des besoins en eau depuis les trente dernières années
4. Les crises : les périodes de sécheresses
5. La qualité des cours d'eau

Les objectifs poursuivis sont la mise en adéquation des besoins en eau et des ressources en eau d'une part et la mesure de l'efficacité de cette mise en adéquation d'autre part. Cette mesure passe par la remise en cause lors de période de crises, que sont les sécheresses et par la détermination de la qualité des cours d'eau.

Genèse du projet de Doctorat (octobre 2003) :

Le projet de sujet de Doctorat a été **élaboré en octobre 2003** en accord avec M. B. ETLICHER, Professeur à l'Université Jean-Monnet de Saint-Etienne, ancien Président de l'Université et président du Conseil Scientifique du Parc Naturel Régional du Pilat. Après l'étude de la sédimentation du Barrage du Piney à Saint-Chamond entre octobre 2002 et juillet 2003, dans le cadre de mon mémoire de D.E.A., il nous est apparu que la question de

la gestion de l'eau en moyenne montagne cristalline et ses impacts était un thème toujours d'actualité, porteur d'initiatives sans cesse renouvelées.

La **sécheresse et la canicule survenues en 2003 sur la moitié sud de la France** ont été **une des initiatives du démarrage de cette étude**. A cette époque, de nombreuses collectivités se sont alarmées devant le déficit de ressources en eau auquel elles étaient confrontées. Comme très souvent aujourd'hui à l'occasion de la moindre anomalie climatique observée, même locale, les médias font appel à la théorie du changement climatique. L'épisode de 2003 n'est pourtant pas un cas isolé dans l'Histoire.

Le contexte national et international de la recherche en matière de gestion de la ressource en eau :

La **gestion de la ressource en eau** est un domaine extrêmement vaste car il est **au cœur de plusieurs disciplines** : la météorologie, la climatologie, l'hydrologie, la démographie, l'analyse statistique, la géomatique, la politique et la sociologie. Les **recherches** menées en matière de gestion de la ressource en eau se sont multipliées **depuis la fin des années 1960**. La politique de grands travaux à l'échelle nationale était à l'œuvre depuis la reconstruction de l'après Seconde Guerre Mondiale. Les enjeux étaient alors présentés comme considérables. Le Barrage de Grangent peut en effet alimenter 100 000 habitants. Les travaux de construction étaient monumentaux (Tignes, Serre-Ponçon et Naussac plus tard), il fallait rapidement retrouver une économie florissante.

Si l'ère de la géographie « descriptive » prenait fin, **les travaux universitaires conduits avant la sécheresse de 1976 visaient à approfondir** nettement les connaissances du **rapport entre la société et les cours d'eau** qu'elle utilise depuis la nuit des temps. La connaissance du fonctionnement des bassins versants n'était pas encore très à l'ordre du jour dans une France où les Agences de Bassin venaient juste d'être instituées par la loi sur l'eau de 1964. Les travaux de J. BETHEMONT et de M. DACHARRY ont permis à cette époque d'apporter un éclairage sur les territoires de l'eau, qui dépassait une simple logique linéaire.

Du fait de l'usage de l'eau mesuré et modéré et des conditions météorologiques auxquelles elle est soumise, **la France n'est pas un Etat menacé par la pénurie de la ressource en eau**. Les enjeux sont beaucoup plus significatifs au Proche-Orient (Syrie) et

en Afrique Noire (Mali, Niger, Tchad, Togo). La question de la rareté de la ressource, si prégnant en Afrique après plus de 20 ans de sécheresse sahélienne, a permis aujourd'hui d'aboutir à une coopération internationale, certes tardive. L'Observatoire des ressources en eau et des milieux associés du bassin de la Volta a été mis en place pour la période 2008-2011 sous l'Autorité du Bassin de la Volta. Il regroupe les Etats du Bénin, du Burkina Faso, de la Côte d'Ivoire, du Ghana, du Mali et du Togo.

Les autorités nationales financent les projets de recherche en Afrique et les financements internationaux y sont limités. Les connaissances et les moyens progressent, même s'ils ne sont pas au niveau des pays développés. Au Maghreb, les travaux universitaires sur la dynamique hydrologique des bassins versants remontent au moins au début des années 1980.

Aujourd'hui **la modélisation a pris le dessus sur l'approfondissement des connaissances hydrologiques**. On est entré dans l'ère de la **G.I.R.E.** ou Gestion Intégrée des Ressources en Eau. L'eau n'est plus seulement perçue comme un liquide qui s'écoule mais comme un élément reflet d'un bassin de vie. Les problématiques sont d'autant plus pointues lorsqu'il s'agit de problèmes entre plusieurs régions (cadre des Agences de Bassin en France, Tage / Segura en Espagne, utilisation de l'eau du Rhône et de l'Ebre en Catalogne) ou entre plusieurs nations (la coopération franco-suisse dans le cadre du Bassin versant du Rhône, le drame de la Mer d'Aral, le fleuve Jourdain, l'utilisation de l'eau du Tigre et de l'Euphrate entre la Turquie et l'Irak). **L'eau est source de conflits** liés à son usage et à sa disponibilité limitée.

L'eau est aussi tributaire des conditions climatiques et de la question du **Changement Climatique** (ou Global Warming). L'impact du réchauffement climatique, ou des résultats affichés par les modèles du G.I.E.C. (Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat) sur la ressource en eau fait l'objet actuellement de nombreuses conférences. Les équipes du Cemagref, du C.I.R.A.D (Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement) et de l'I.R.D. (Institut de Recherche pour le Développement) sont à la pointe de la recherche aux quatre coins du globe (Afrique du Sud, Tunisie). Le Cemagref et le Cirad sont notamment associés dans le projet d'amélioration de la gestion de l'eau dans les bassins versants d'Asie du Sud-Est.

Nous n'avions pas pour ambition de travailler sur un territoire plus vaste que celui des départements de la Loire et de la Haute-Loire. Ce territoire correspond bien à un espace de moyenne montagne cohérent. Le paysage, l'altitude, la densité de population, les caractéristiques climatiques, les besoins en eau font partie d'un ensemble. Certes, les limites sont toujours discutables car ce territoire ne s'impose pas de lui-même et n'est délimité que dans notre travail de recherche. Les Monts du Forez, les Monts du Beaujolais, le Massif du Livradois auraient pu faire partie du cadre déterminé. Le choix de ce territoire a été aussi réalisé en raison :

- des travaux que j'ai effectués auparavant qui m'ont permis d'avoir une connaissance préalable du terrain et de certains acteurs territoriaux
- de la localisation du laboratoire de recherche, à Saint-Etienne, qui nous permettait d'être situés géographiquement au cœur du territoire d'étude

Nous nous sommes donc inspirés des travaux qui avaient été établis sur des terrains proches ou sur des terrains dont la superficie et les enjeux pouvaient être comparables.

Les auteurs de référence pour le projet de Doctorat :

Notre démarche s'inspire des travaux de nombreux auteurs :

Mme F. ARDILLIER-CARRAS, avec un ouvrage consacré à « L'eau-ressource pour le développement d'un espace rural, l'exemple du bassin de la Gartempe ».

M. L. BERGER, qui a soutenu sa thèse en 1999 sur le thème « Développement et ressources en eau dans 3 vallées de la bordure orientale du Massif Central (XIX-XX^{ème} siècles) : la Turdine, le Gier et la Cance.

La proximité géographique avec l'Université Lyon II et Lyon III est un aspect très intéressant, les travaux menés par la Zone Atelier Bassin du Rhône et le GRAIE constituent aussi des références indiscutables à ce niveau de recherche.

La question hydrologique et de la gestion de la ressource en eau n'est pas nouvelle à l'Université Jean-Monnet de Saint-Etienne, où les travaux en lien avec cette problématique ont été nombreux. Voici les auteurs et ouvrages de référence :

M. J. BETHEMONT, dont la thèse porte en 1972 sur le thème « Le thème de l'eau dans la Vallée du Rhône : essai sur la genèse d'un espace hydraulique ». C'est un ouvrage essentiel par l'approche quantitative du fonctionnement du cours d'eau, et par les usages de l'eau dans la Vallée du Rhône.

M. S. CAQUARD a soutenu sa thèse en décembre 2001 sur le thème « Des cartes multimédias dans le débat public – Pour une nouvelle conception de la cartographie appliquée à la gestion de l'eau » en travaillant sur le Bassin versant du Lignon du Velay dans le département de la Haute-Loire.

M. H. CUBIZOLLE dont la thèse porte en 1997 sur le thème « La Dore et sa vallée ». C'est un ouvrage essentiel pour l'approche géohistorique de la relation entre l'homme et son milieu.

M. J.-N. DEGORCE a soutenu sa thèse en 1991 sur le thème « Les milieux humides dans la Loire ».

Je cite également M. G. STARON, de l'Université Jean-Monnet Saint-Etienne, avec qui j'ai pu travailler entre avril 2004 et janvier 2005 dans le projet du M.E.D.D. intitulé « Les démarches de développement durable, pertinence et apports effectifs dans la gestion de l'air et de l'eau : les exemples de Lille et de Saint-Etienne ».

Enfin, au laboratoire de recherche CRENAM (Centre de Recherches sur l'Environnement et l'Aménagement), rattaché à l'Université Jean-Monnet de Saint-Etienne, je précise les travaux de recherche en Doctorat de M. J. PORTERET, qui a soutenu en décembre 2008 sur le thème du « fonctionnement des petits bassins versants des moyennes montagnes granito-gneissiques du Massif Central Oriental ».

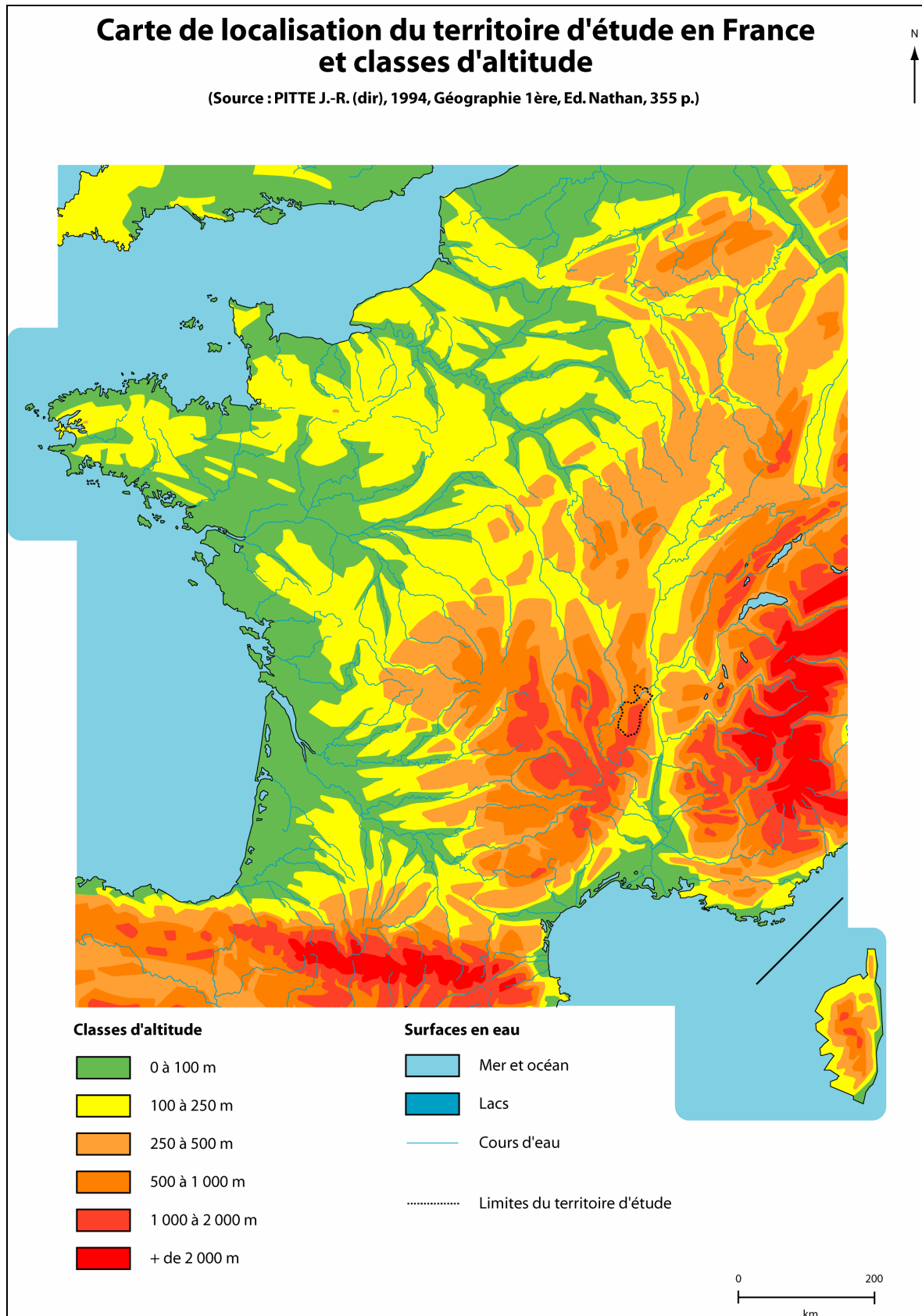


Figure 1 : Carte de localisation du territoire d'étude en France et classes d'altitude (PITTE J.-R.)

Méthodologie d'étude

Mettre en place une méthodologie valable à toute échelle de temps et d'espace passe par la compréhension et la recherche de données sur le territoire.

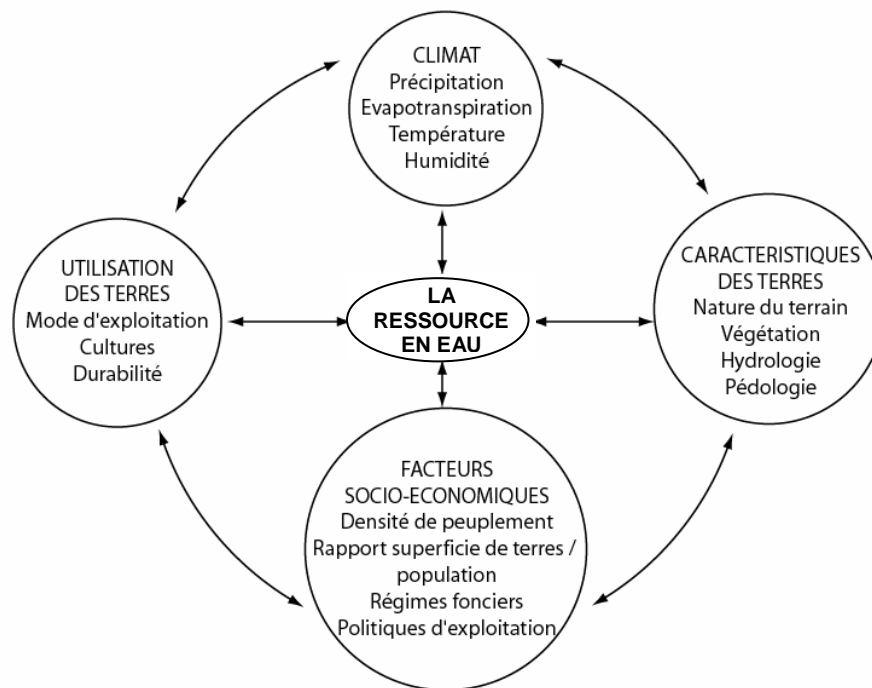


Figure 2 : Facteurs déterminant l'état qualitatif et quantitatif de la ressource en eau (d'après l'O.M.M.)

Le territoire est composé des aires du P.N.R. du Pilat, du S.I.P.G. et du S.I.C.A.L.A. « Antenne de Tence ». Cela représente 92 communes. Peu d'études portant sur la gestion de la ressource en eau ont été réalisées dans le sud des Monts du Lyonnais. La période étudiée est 1975-2009. Sur les périodes précédentes, les données disponibles sont nettement plus rares. Nous disposons des données suivantes :

1. Données démographiques et statistiques :

- le recensement de la population entre 1975 et 2006 (I.N.S.E.E.)
- le recensement Agreste de 2000 (Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche)

- le prix de l'eau fourni par les communes et les syndicats de production en eau potable (données de 2004)
- les chiffres annuels de consommation d'eau potable, par commune (de 2000 à 2004)
- les relevés de qualité réalisés par la D.D.A.S.S. de la Loire et de la Haute-Loire pendant les années 2003 à 2005 (années de sécheresse et hors sécheresse).
- les données sur la qualité de l'eau des cours d'eau issues de sites Internet des Agences de l'Eau Loire-Bretagne et Rhône-Méditerranée et Corse.
- les données sur les débits journaliers du Réseau National de Données sur l'Eau (Banque Hydro)
- les données météorologiques : températures moyennes mensuelles et précipitations moyennes mensuelles sur la période 1971-2003 (voir page 20)
- les relevés effectués à la tarière sur les bassins versants de l'Ecotay à Marlhes, du Furan au Bessat, du Ruisseau des Préaux à Bourg-Argental et de la Valencize à Chavanay

2. Documents cartographiques :

- les cartes de l'I.G.N. datées de 2000 au 1/100000^{ème} de Saint-Etienne / Le Puy-en-Velay, Lyon / Grenoble et Grenoble / Valence.
- les cartes de l'I.G.N. au 1/50 000^{ème} géoréférencées sous le nom de « Scan 50 ».
- la carte géologique de Lyon au 1/250 000^{ème} (B.R.G.M.)
- la couverture Corine Land Cover de 2000 (I.F.EN.)
- la carte pédologique de l'Atlas du Parc Naturel Régional du Pilat
- la carte de la végétation du Conservatoire Botanique du Massif Central, sur le territoire du Parc Naturel Régional du Pilat (2003)
- le Modèle Numérique de Terrain (un pixel couvre 8 100 m²)

3. Documents d'archives :

- les archives de presse du quotidien de La Tribune - Le Progrès :
 - édition de Saint-Etienne, depuis le 1^{er} janvier 1976 jusqu'au 31 mars 2009
 - édition de la Haute-Loire, entre 2003 et le 31 mars 2009.
 - les archives de presse de l'hebdomadaire La Gazette Saint-Etienne Métropole et de La Gazette Haute-Loire depuis le 1^{er} janvier 2003 jusqu'au 31 mars 2009
 - les archives de presse de l'hebdomadaire Paysans de la Loire, entre les 1^{er} mars et les 30 septembre 1976, 1985, 1986, 1989, 1990, 1991 et 2003.
- Environ 4 600 articles de presse ont ainsi été traités.

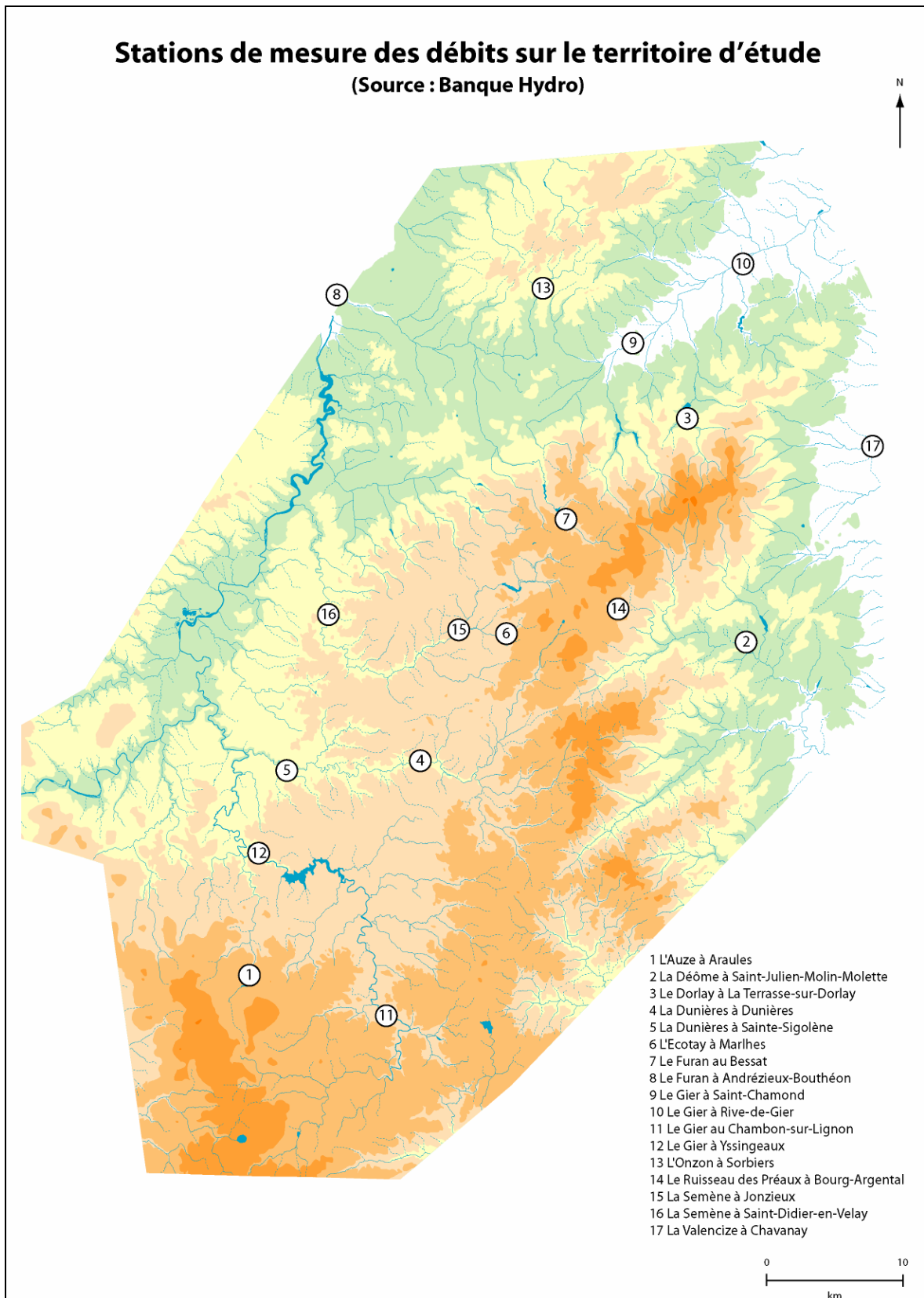


Figure 3 : Stations de mesure des débits sur le territoire d'étude (Banque HYDRO)

Sur le territoire d'étude, il y a 17 stations de mesure des débits des cours d'eau. Toutes les stations n'ont pas été opérationnelles entre 1975 et 2009.

Pour travailler sur les questions d'évapotranspiration et de Réserve Utile, nous nous sommes basés sur la méthode de construction des cartes de températures et de précipitations et sur l'exploitation des données suivante :

Nous avons recueilli les précipitations moyennes mensuelles et les températures moyennes mensuelles sur les périodes suivantes :

Octobre 1975 – Septembre 1976, Octobre 1983 – Septembre 1986, Octobre 1988 – Septembre 1991, Octobre 1996 – Septembre 1997, Octobre 2002 – Septembre 2003. Ces périodes correspondent aux années hydrologiques de sécheresse déterminées sur le territoire d'étude. Les Réserves Utiles ne sont pas toujours reconstituées en septembre (période de Déficit Hydrique). Nous avons donc dans tous les cas fait débuter l'année hydrologique en octobre.

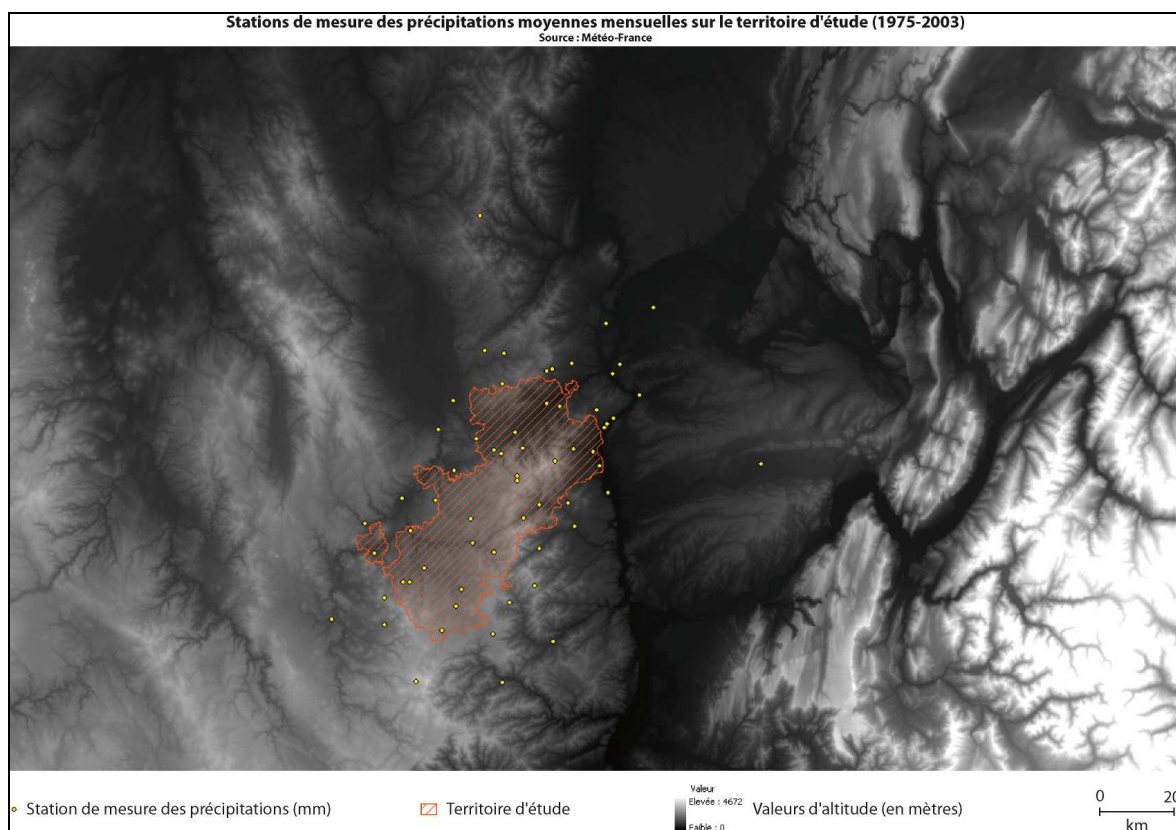


Figure 4 : Stations de mesure des précipitations moyennes mensuelles sur le territoire d'étude entre 1975 et 2003 (METEO-FRANCE)

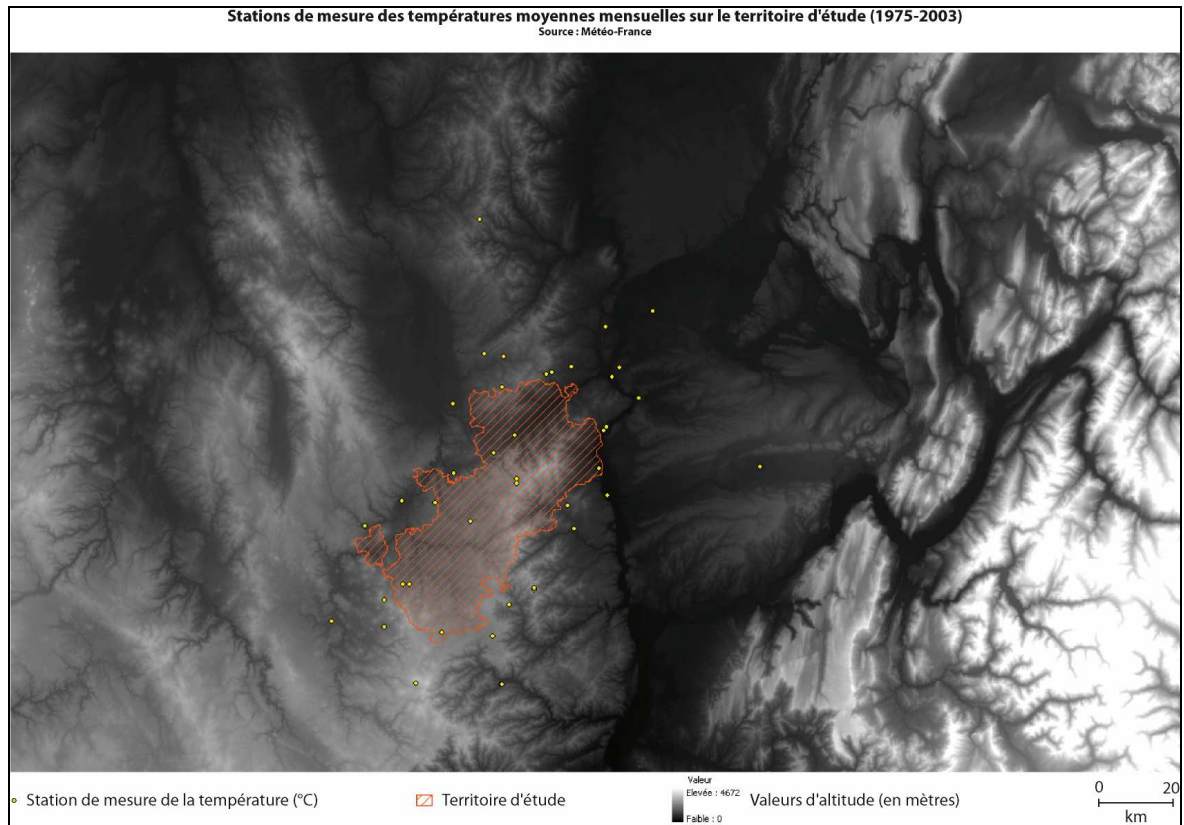


Figure 5 : Stations de mesure des températures moyennes mensuelles sur le territoire d'étude entre 1975 et 2003 (METEO-FRANCE)

	Octobre 1975- Septembre 1976		Octobre 1983- Septembre 1986		Octobre 1988- Septembre 1991		Octobre 1996- Septembre 1997		Octobre 2002- Septembre 2003		Normales 1971-2000	
	P (mm)	Tm (°C)	P (mm)	Tm (°C)	P (mm)	Tm (°C)	P (mm)	Tm (°C)	P (mm)	Tm (°C)	P (mm)	Tm (°C)
Ampuis	x		x				x		x			
Andrézieux- Bouthéon	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Annonay	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Bas-en- Basset			x	x	x	x	x	x	x	x		x
Bourg- Argental	x											
Chadrac	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Chambles	x				x		x		x			
Chasse-sur- Rhône	x	x			x	x						
Châteauneuf	x											
Chavanay	x											
Chazelles- sur-Lyon	x				x	x						
Communay	x	x					x		x			
Condrieu	x	x										
Firminy							x	x	x	x		

Méthodologie d'étude

	Octobre 1975- Septembre 1976		Octobre 1983- Septembre 1986		Octobre 1988- Septembre 1991		Octobre 1996- Septembre 1997		Octobre 2002- Septembre 2003		Normales 1971-2000	
	P (mm)	Tm (°C)	P (mm)	Tm (°C)	P (mm)	Tm (°C)	P (mm)	Tm (°C)	P (mm)	Tm (°C)	P (mm)	Tm (°C)
Genilac	x		x		x		x		x			
Grammond			x		x	x	x	x	x	x		
La Côte- Saint-André	x	x										
La Valla-en- Gier	x		x		x		x		x			
Lalouvesc	x		x	x	x	x	x	x	x	x		
Lamastre							x					
Le Cheylard	x	x	x	x	x	x		x	x	x		
Le Pertuis							x	x	x	x	x	
Les Etables											x	x
Les Haies	x		x				x		x			
Les Sauvages	x								x	x		
Lyon-Bron											x	x
Mazet-Saint- Voy	x		x		x		x		x	x	x	
Mazet Saint- Voy (Volamont)							x					
Monistrol- sur-Loire					x		x	x	x	x	x	
Mornant	x	x	x	x			x	x	x	x		
Pélussin	x		x		x				x		x	
Pélussin (Crêt de l'Oeillon)							x		x			
Retournac	x				x		x					
Rocheпаule							x	x	x	x		
Rochetaillée	x		x		x							
Sablons	x	x										
Saint-Agrève			x		x		x	x	x	x		
Saint- Chamond							x	x	x			
Saint-Didier- sous-Riverie	x	x	x				x	x	x	x		
Saint- Etienne	x	x	x	x	x	x	x	x				
Saint- Etienne (Grand Clos)									x			
Saint- Etienne (La Métare)									x			
Saint- Genest- Malifaux (Col de la République)							x	x	x	x		
Saint-Julien- Chapteuil	x	x	x	x	x		x	x	x	x		x
Saint-Julien- Molhesabate					x							

	Octobre 1975- Septembre 1976		Octobre 1983- Septembre 1986		Octobre 1988- Septembre 1991		Octobre 1996- Septembre 1997		Octobre 2002- Septembre 2003		Normales 1971-2000	
	P (mm)	Tm (°C)	P (mm)	Tm (°C)	P (mm)	Tm (°C)	P (mm)	Tm (°C)	P (mm)	Tm (°C)	P (mm)	Tm (°C)
Saint-Marcel-lès-Annonay	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Saint-Maurice-de-Lignon	x		x		x		x		x			
Saint-Pierre-de-Bœuf	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Saint-Romain-Lachalm					x	x	x	x	x	x		x
Saint-Sauveur-en-Rue	x		x		x		x		x		x	
Saint-Symphorien-sur-Coise	x	x					x	x	x	x		
Tarentaise	x		x		x	x	x	x	x		x	
Tence	x				x		x		x			
Tiranges	x		x		x	x	x	x	x	x		x
Tupin-et-Semons				x			x	x	x	x		
Vienne	x	x										
Vocance	x		x		x		x		x			
Yssingaux LEP							x	x		x	x	x
Yssingaux Livinhac							x	x	x	x		x
Yssingaux Versilhac	x		x		x		x		x			

Tableau 1 : Stations météorologiques et périodes de mesures des normales, des précipitations moyennes mensuelles et des températures moyennes mensuelles (METEO-FRANCE)

Nous avons aussi recueilli les mêmes paramètres sur les normales 1961-1990 et 1971-2000. Pour la période 1951-1980, nous avons exploité seulement les données de précipitations moyennes mensuelles. Les données basées sur les températures moyennes mensuelles étaient insuffisantes à cette période.

Pour construire les cartes de températures et de précipitations, et ainsi établir par la suite les bilans de l'eau par bassin versant, nous nous sommes inspirés de la méthode AURELHY (Analyse Utilisant le RELief pour l'Hydrométéorologie), utilisée notamment par Météo-France. Il s'agit dans un premier temps de mettre en relation les précipitations moyennes mensuelles ou les températures moyennes mensuelles avec l'altitude sous forme d'une droite de régression. Le coefficient directeur de la droite de forme $y = ax + b$ est le gradient thermique ou pluviométrique.

L'inconnue x est l'altitude, l'inconnue y représente les précipitations ou les températures. Sur l'exemple de la figure n°6 page 23, nous présentons le résultat pour le mois de juin 2003.

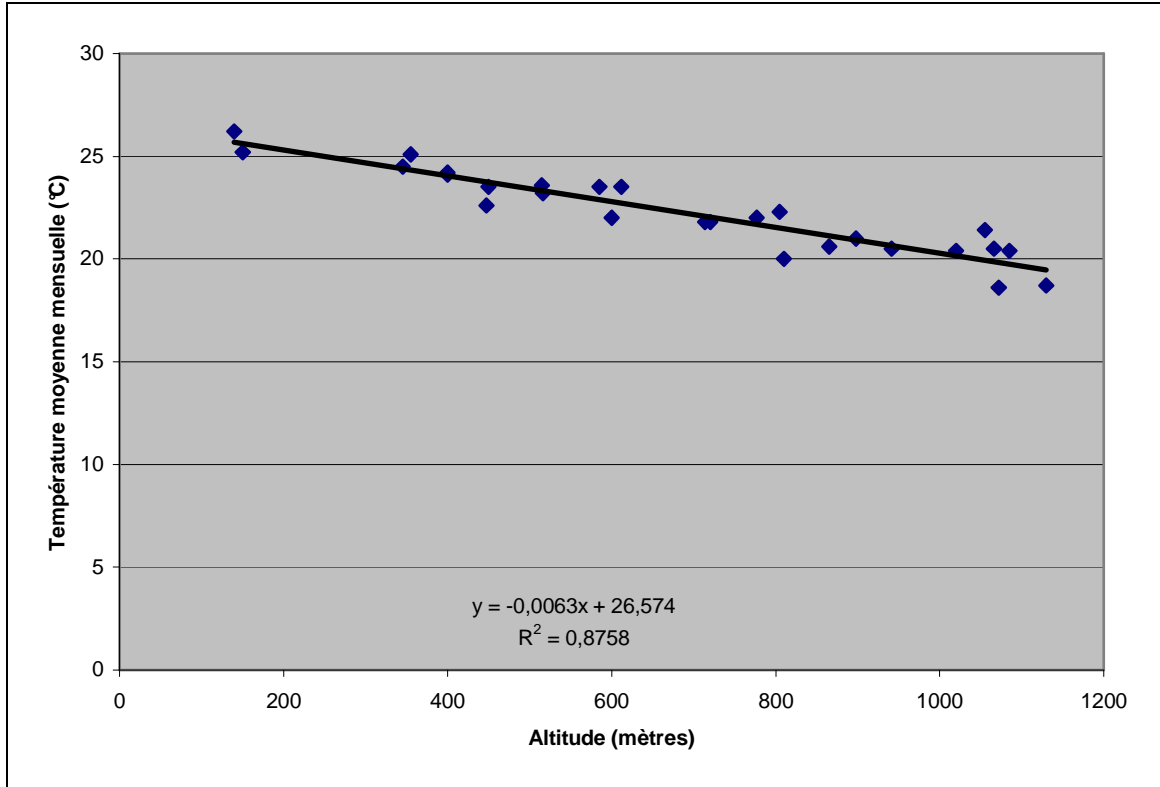


Figure 6 : Relation entre l'altitude et les températures moyennes de Juin 2003 (METEO-FRANCE)

Nous utilisons cette valeur pour construire une carte des températures ou des précipitations à partir du Modèle Numérique de Terrain sur l'ensemble de la zone d'étude.

Nous réalisons ensuite une interpolation des résidus par krigeage à l'aide de la fonction « Trend » d'ArcGIS 9.2 (voir figure n°7 page 24). Le krigeage consiste à effectuer une interpolation entre plusieurs valeurs dans l'espace et à éliminer les valeurs aberrantes. Nous « ajoutons » ensuite les résultats donnés par les deux cartes pour obtenir la carte finale.

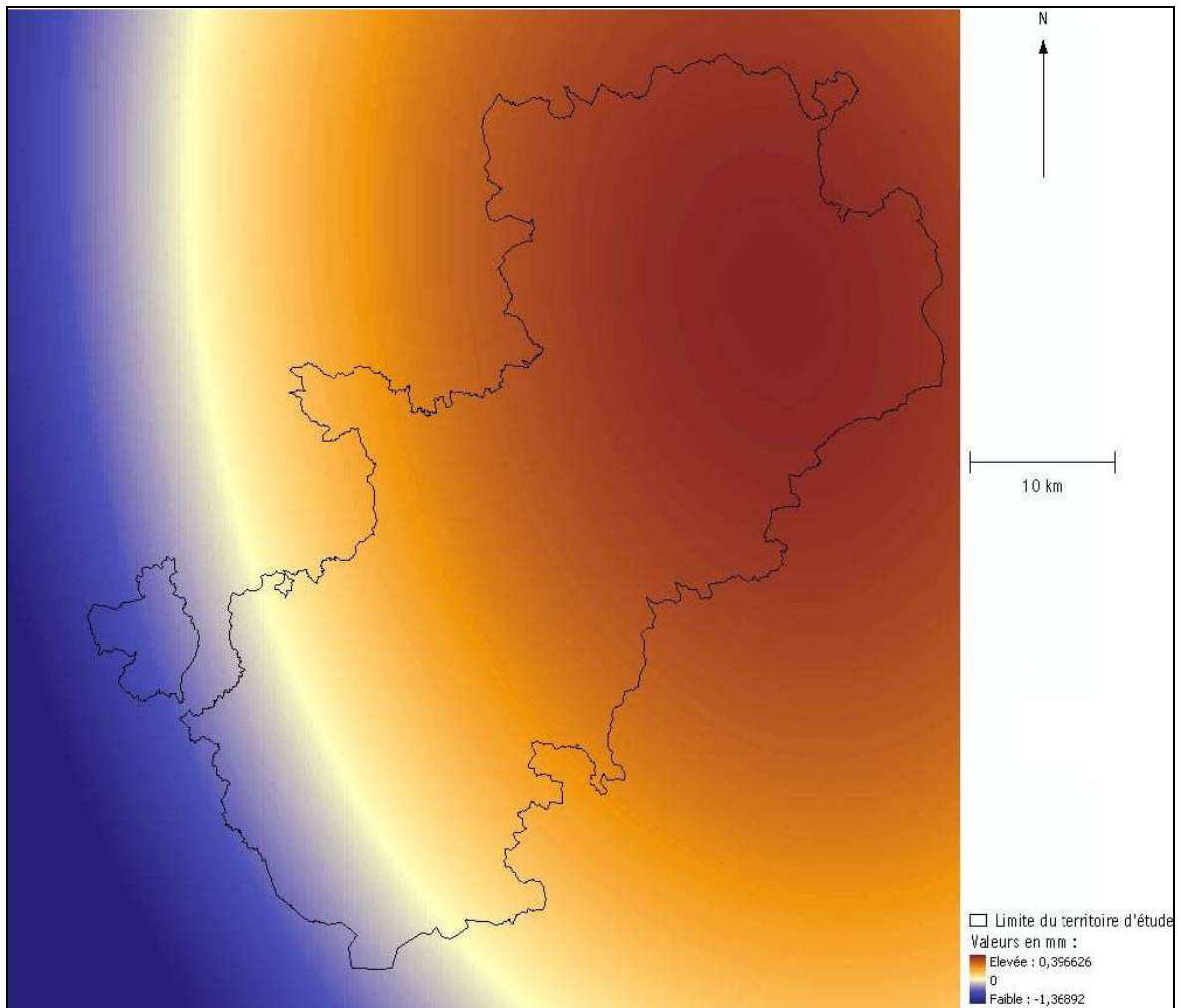


Figure 7 : Carte de l'interpolation des résidus de la droite de régression représentant les températures moyennes de juin 2003 (METEO-FRANCE)

Nous pouvons par la suite obtenir les résultats des températures et des précipitations pour chaque bassin versant grâce au masque du module « Spatial Analyst » et à la Calculatrice Raster d'ArcGIS 9.2.

L'onglet « Statistiques » nous renseigne sur la valeur moyenne de température ou de pluviométrie au sein du bassin versant. Ces valeurs nous permettent de construire le diagramme ombrothermique pour chaque bassin versant, de déterminer le coefficient d'écoulement et servent à l'établissement des bilans hydrique et hydrologique.

En 2001, l'agence d'urbanisme stéphanoise Epures estimait que les ressources en eau du département de la Loire étaient particulièrement limitées et vulnérables. L'état de la ressource s'estime aujourd'hui à partir des bilans établis par Météo France et des relevés effectués sur le terrain. La confrontation entre les relevés de pluviométrie sur les stations

météorologiques et la correspondance avec les données des limnimètres est certes essentielle, mais ne dresse pas pour autant un tableau complet de l'état de la ressource. Nos interrogations sont les suivantes :

- la couverture du territoire par les stations Météo-France et les stations du R.N.D.E. est-elle homogène et l'interpolation des valeurs extraites est-elle significative ? C'est l'échelle d'étude et la répartition des stations de mesure dans l'espace qui déterminent le caractère suffisant ou non de cette couverture.
- l'état de la ressource s'estime tant au niveau de l'offre naturelle que de la demande par les usagers. Ces deux facteurs sont des variables continues qu'il est difficile de maîtriser.

Méthode d'estimation de l'E.T.P. mensuelle et de l'E.T.R. annuelle :

Pour estimer l'évapotranspiration potentielle (E.T.P.), nous avons utilisé la formule de Thornthwaite (1948). Compte tenu des données disponibles et de l'absence d'informations sur l'insolation, nous pouvions difficilement utiliser d'autres formules. Nous avons aussi conscience que les résultats apportés par cette formule n'avaient certes qu'une valeur d'estimation et qu'ils pouvaient sous-estimer l'évapotranspiration potentielle. La formule de Thornthwaite est la suivante :

$$ETP = 16 \times (10 t / I)^a$$

$$i = (t / 5)^{1,514}$$

t : la température moyenne en °C pour le mois considéré

a est calculé à partir d'un indice thermique mensuel

I : indice annuel égal à la somme des 12 indices mensuels

Les bilans hydriques et hydrologiques ont été établis grâce aux travaux de C. COSANDEY et les normales hydrologiques ont été utilisées à partir de la Banque HYDRO.

Nous avons aussi utilisé la formule de Turc pour estimer l'évapotranspiration réelle annuelle sur les différents bassins versants (E.T.R.). Cette formule est bien adaptée aux données dont nous disposons et nous permet d'avoir une estimation annuelle. Il est donc possible d'effectuer des comparaisons avec le bilan P-Q sur l'ensemble de l'année hydrologique, par bassin versant. Les données étaient insuffisantes pour pouvoir déterminer l'évapotranspiration réelle au pas de temps mensuel.

La formule de Turc est la suivante :

$$ETR = P / (0,9 + P^2 / L^2)^{1/2}$$

$$L = 0,05 T^3 + 25 T + 300$$

P : Précipitations annuelles en mm

T : Températures annuelles en °C

Détermination de la Réserve Utile des sols par bassin versant :

1. Le Bassin versant de l'Ecotay à Marlhes :



Photo 1 : Marlhette et les sucs yssingelais, Bassin versant de l'Ecotay (Y. BENMALEK)

Pour déterminer l'évolution de la ressource en eau au cours de l'année hydrologique, nous avons travaillé à l'échelle du territoire, et plus précisément sur quatre bassins versants (Ecotay, Furan, Ruisseau des Préaux, Valencize). Sur ces quatre bassins versants, nous disposons de données plus affinées qui nous ont permis de mieux comprendre leur fonctionnement hydrologique.

D'une superficie de 5,2 km², le très petit Bassin versant de l'Ecotay à Marlhes se prête donc bien à ce type d'analyse. Nous disposons de la carte pédologique issue de l'Atlas du Parc Naturel Régional du Pilat, et des données fournies par la Banque Hydro au C.P.I.E. des Monts du Pilat. Pour déterminer la profondeur des différents types de sols, nous avons utilisé une tarière pédologique sur 22 points différents. Chaque point a fait l'objet d'un repérage par le biais de l'utilisation d'un appareil G.P.S.

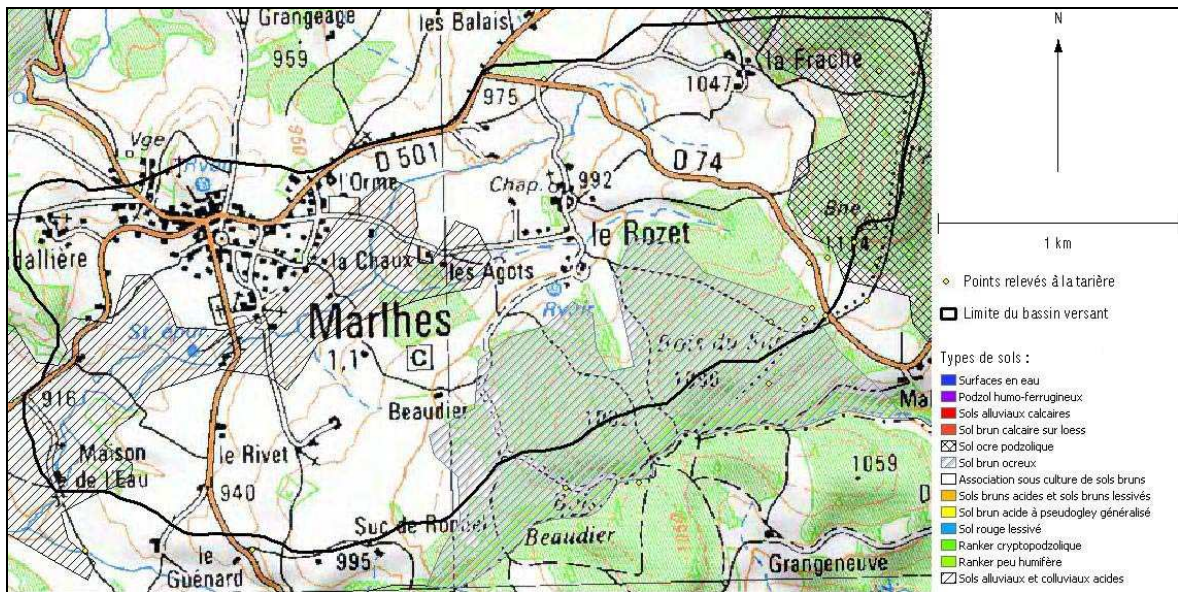


Figure 8 : Le Bassin versant de l'Ecotay au C.P.I.E. de Marthes, types de sols et localisation des relevés effectués à la tarière pédologique (CARTE I.G.N. N°29340 SERIE BLEUE DE SAINT-GENEST-MALIFEAUX de 1989, ATLAS DU PARC NATUREL REGIONAL DU PILAT)

Compte tenu de la difficulté d'accès sur certains sites (propriétés agricoles, terrain encaissé), la répartition des mesures dans l'espace est hétérogène. Beaucoup de relevés à la tarière pédologique ont été réalisés en forêt. Il a fallu effectuer plusieurs mesures sur des sites proches pour valider les observations et parce que certains éléments du milieu perturbaient le creusement : pierres et racines notamment.

13 points ont été relevés au sein du bassin versant, 8 à proximité mais sur des types de sols que l'on retrouve sur le Bassin versant de l'Ecotay au C.P.I.E. de Marthes. Un point a été relevé sur le haut Bassin versant de la Semène, à proximité des sources, pour estimer la profondeur des alluvions déposées par un cours d'eau comparable à celui de l'Ecotay. A cet endroit, la taille du Bassin versant de la Semène est similaire à celui de l'Ecotay.

Les types de sols présents sur le Bassin versant de l'Ecotay à Marthes sont les suivants : sol ocre podzolique, sol brun ocreux, sol brun, sol sablo-limoneux.

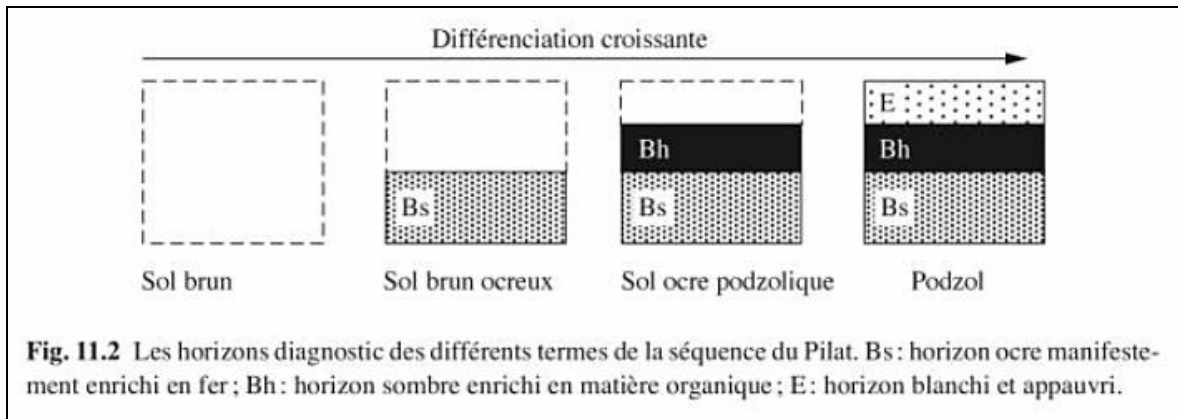


Figure 9 : Les horizons diagnostic des différents termes de la séquence du Pilat (J.-P. LEGROS, 2007)

2. Le Bassin versant du Furan au Bessat :



Photo 2 : Le hameau des Palais et Les Rochettes, point culminant du Bassin versant du Furan (Y. BENMALEK, 18.06.2009)

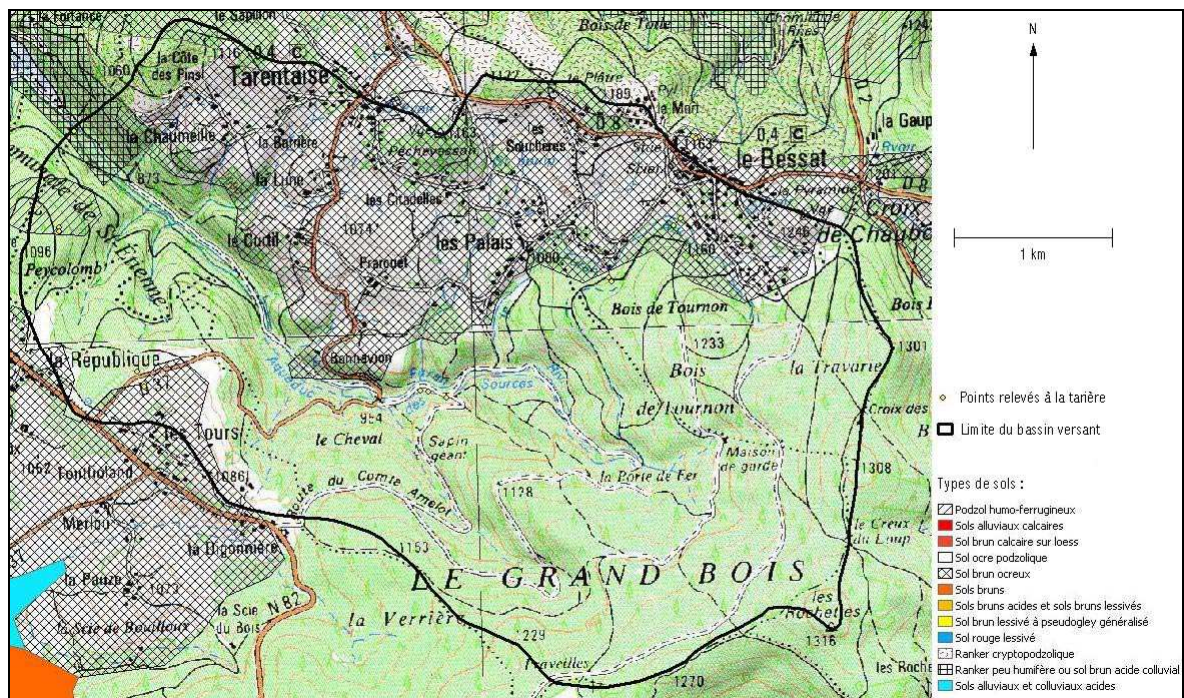


Figure 10 : Le Bassin versant du Furan au Bessat, à l'amont du Barrage du Pas de Riot, types de sols et localisation des relevés effectués à la tarière pédologique (SCAN 50 – INSTITUT GEOGRAPHIQUE NATIONAL, ATLAS DU PARC NATUREL REGIONAL DU PILAT)

La majorité du Bassin versant du Furan est boisée, à l'amont du Barrage du Pas de Riot. La Ville de Saint-Etienne a en effet acquis peu à peu les terrains pour bâtir une vaste forêt de conifères, qui fait partie du domaine du « Grand Bois ». De nombreux relevés ont

effectués à la tarière pédologique sur la périphérie du bassin versant. Compte tenu des nombreux champs et propriétés, d'une certaine densité, peu de relevés ont été effectués en rive droite. Le Grand Bois est certes vaste mais traversé par de nombreuses pistes forestières et jonché de blocs et d'arènes granitiques. Les relevés n'ont donc pas toujours été effectués où il était prévu qu'ils le soient. Du fait de ces nombreuses pistes et des routes qui le traversent, les possibilités d'accès étaient tout de même assez nombreuses.

Les types de sols présents sur le Bassin versant du Furan sont les suivants : podzol humo-ferrugineux, sol ocre podzolique, sol brun ocreux, ranker cryptopodzolique, ranker peu humifère ou sol brun acide colluvial.

Le podzol se retrouve en très faible quantité et la roche a été exploitée en carrière. C'est un sol « *acide (pH inférieur à 5), caractéristique des climats boréaux et de certaines stations en climat tempéré humide (à végétation de résineux ou de landes). Les podzols sont peu fertiles, souvent gorgés d'eau (mais aux horizons supérieurs desséchés en été).* »¹

Entourant le Barrage du Pas de Riot, le ranker est un sol « *peu évolué, constitué d'une couche de matière organique, reposant sur une roche dure silicatée, massive ou en éboulis.* »²

¹ D'après la définition donnée sur le site <http://www.larousse.fr/>

² D'après la définition donnée sur le site <http://www.larousse.fr/>

3. Le Bassin versant du Ruisseau des Préaux à Bourg-Argental :



Photo 3 : Vallée de l'Argental et Bourg-Argental (Y. BENMALEK)

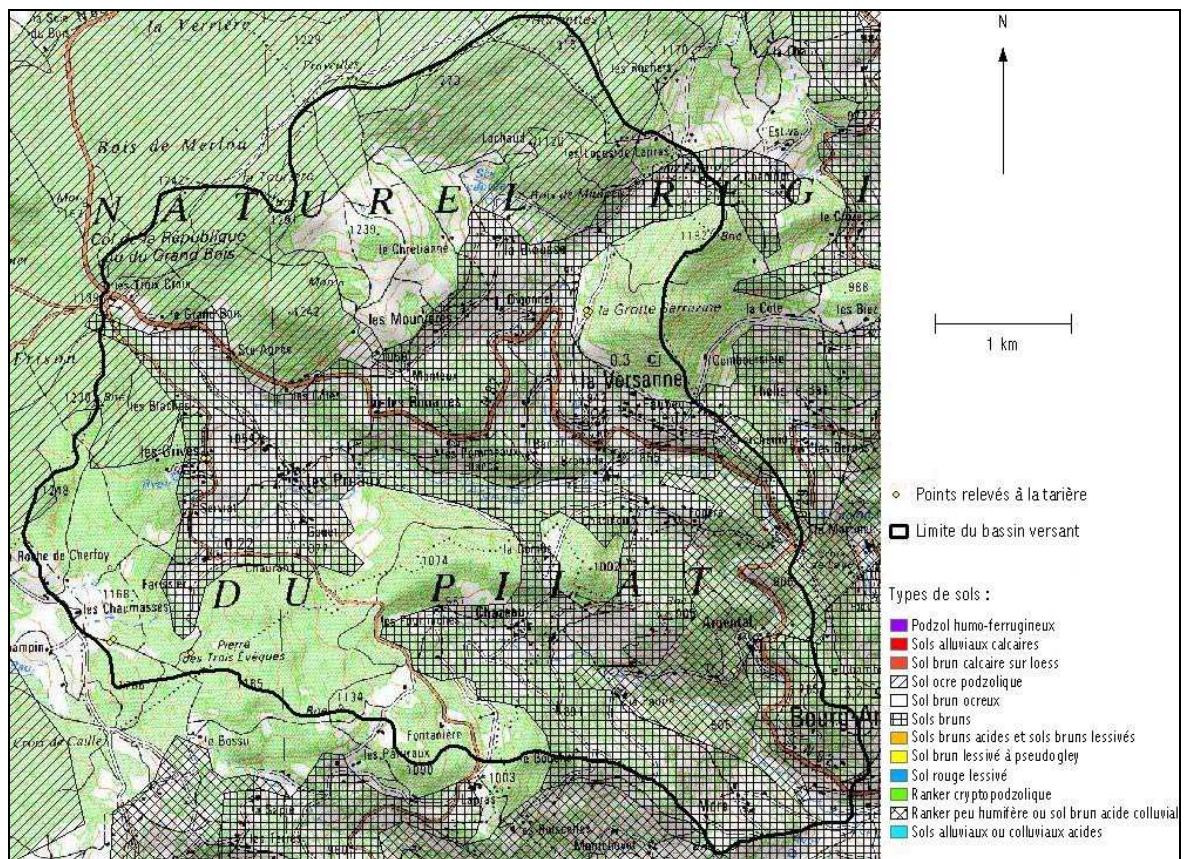


Figure 11 : Le Bassin versant du Ruisseau des Préaux à Bourg-Argental, types de sols et localisation des relevés effectués à la tarière pédologique (SCAN 50 – INSTITUT GEOGRAPHIQUE NATIONAL, ATLAS DU PARC NATUREL REGIONAL DU PILAT)

Le Bassin versant du Ruisseau des Préaux à Bourg-Argental n'est composé que de quatre types de sols différents. Les sols ocre podzoliques et les sols bruns ocreux sont des sols que l'on retrouve sur les sommets du bassin versant. Les premiers sont peu profonds. Les sols bruns qui se situent par exemple à La Versanne et à Argental sont localisés dans des secteurs à forte pente où les relevés ont été parfois très difficiles à effectuer. Certains points n'ont d'ailleurs pas fait office de sondage mais de relevés sur coupe.

Les types de sols présents sur le Bassin versant du Ruisseau des Préaux sont les suivants : sol ocre podzolique, sol brun ocreux, sol brun, ranker peu humifère ou sol brun acide colluvial.

4. Le Bassin versant de la Valencize à Chavanay :



Photo 4 : Pélussin et la Vallée de la Scie (Y. BENMALEK)

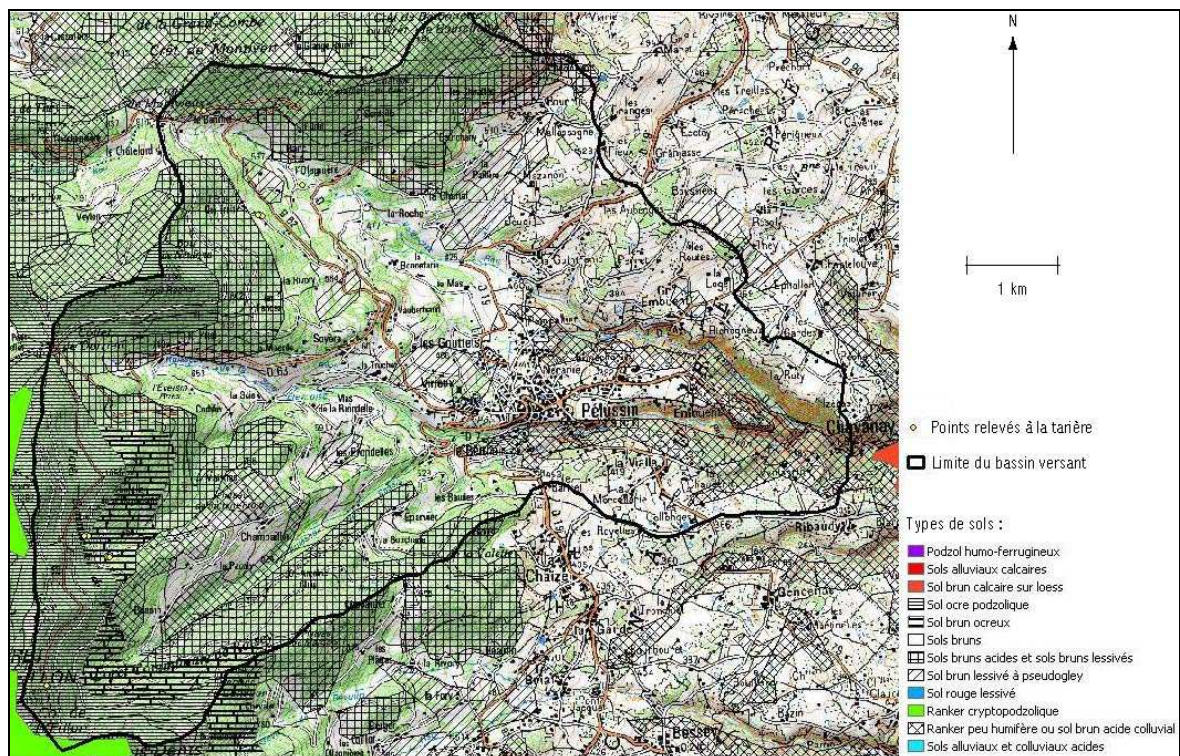


Figure 12 : Le Bassin versant de la Valencize à Chavanay, types de sols et localisation des relevés effectués à la tarière pédologique (SCAN 50 – INSTITUT GEOGRAPHIQUE NATIONAL, ATLAS DU PARC NATUREL REGIONAL DU PILAT)

Le Bassin versant de la Valencize n'est pas le plus approprié pour effectuer des relevés pédologiques. D'un point de vue géomorphologique, il se compose de trois parties d'ouest en est : les contreforts orientaux du Massif du Pilat, assez fortement pentus, le plateau pélussinois, deux ravins rhodaniens : la Valencize et le Régrillon, son affluent principal. Les sols du plateau pélussinois ont été fortement remaniés (prairies, cultures, imperméabilisation des sols). Les relevés ont été effectués au-delà de 800 mètres d'altitude en raison d'une meilleure accessibilité aux sites.

Les types de sols présents sur le Bassin versant de la Valencize sont les suivants : sol ocre podzolique, sol brun ocreux, sol brun, sol brun acide et sol brun lessivé, sol brun lessivé à pseudogley, ranker peu humifère ou sol brun acide colluvial.

Première partie : l'estimation de la ressource en eau

Qu'entendons-nous par « ressource en eau » ? Il convient de distinguer les notions d'eau-ressource et d'eau-milieu. L'eau-ressource est destinée à un prélèvement, « *pour mettre à la disposition d'utilisateurs un flux suffisant de ressources, tant en quantité qu'en qualité* » (D. PUECH, 1995). Depuis la nuit des temps, l'eau est considérée comme un milieu ou faisant partie intégrante d'un milieu. L'eau est l'élément central, in situ et autour duquel viennent s'imbriquer plusieurs éléments naturels. On parle alors d'interaction entre plusieurs éléments. Le système eau-milieu existe alors. Les conditions de mise en marche de ce système dépendent de la quantité de cette eau mais aussi de sa qualité. Si cette qualité est altérée, le système est partiellement ou totalement fermé. Toutes les espèces ou les activités n'exigent pas la même qualité d'eau. « *Les besoins de nature écologique ou socioculturels sont plus difficiles à traduire par une demande, et les instruments de mesure marchands sont absents.* » (D. PUECH, 1995). Dans ce cas là, celui qui ne paie pas a aussi le droit de consommer.

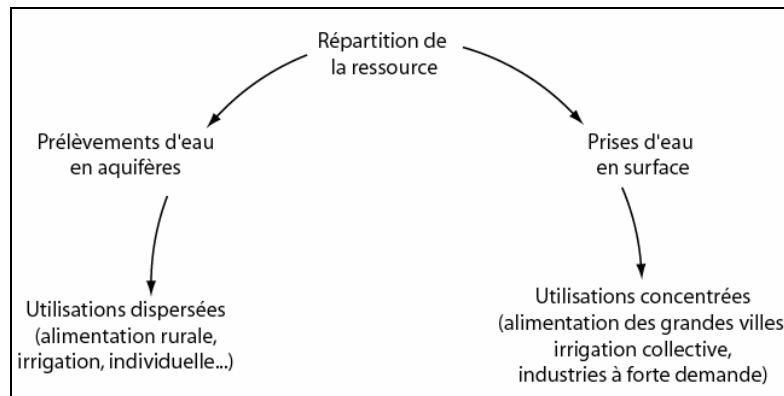


Figure 13 : La répartition de la ressource d'après J. MARGAT

La figure n°13 page 35 propose un schéma de répartition de la ressource en eau. Sur le territoire étudié, la question des transferts entre les bassins versants vient remettre en cause ce schéma théorique. Les prises d'eau de surface desservent de plus en plus des utilisations dispersées au détriment des prélèvements d'eau en aquifères. Est-ce une tendance durable ? Cela permet aujourd'hui de mieux quantifier la ressource disponible.

L'eau-milieu s'inscrit au sein d'un domaine bioclimatique, au cœur des bassins versants. Le réseau hydrographique n'a pas servi de base pour la délimitation administrative du territoire.

L'eau-ressource implique la notion de disponibilité. Cette notion est basée sur plusieurs facteurs essentiels :

- L'état physique de l'eau. Cette réalité dépend bien sûr de la température. Nous sommes face à un territoire dont l'altitude varie de 150 mètres (la rivière artificielle de Saint-Pierre-de-Bœuf sur les bords du Rhône) à plus de 1 500 mètres (sur les pentes du Mézenc). L'altitude, la latitude, les conditions climatiques vont impacter sur l'état de l'eau.
- Le topoclimat. Il y a un véritable carrefour d'influences climatiques. L'opposition est nette entre le climat atlantique et le climat méditerranéen. Elle se produit surtout sur les crêtes de la bordure orientale du Massif Central, proche de la ligne de partage des eaux Atlantique / Méditerranée. Les précipitations d'origine atlantique, qui parcourent la France d'ouest en est, augmentent régulièrement par rapport à l'altitude. Ces précipitations viennent s'abattre sur les sommets des hauts plateaux du Pilat et de la Haute-Loire que sont le Crêt de la Perdrix (1 432 mètres d'altitude), Chaussitre (1 240 mètres), Panère (1 301 mètres), Pyfara (1 381 mètres) et Le Grand Felletin (1 387 mètres). Par rapport aux autres cours d'eau, l'écoulement du Lignon vellave est plus sensible aux précipitations méditerranéennes. Il est donc très irrégulier, se traduisant par des crues graves et par des étiages intenses et durables. Le rapport entre les débits mensuels maximums et minimums est plus élevé que sur les autres cours d'eau du Bassin versant de la Loire, comme le précise le tableau n°2 page 36.

Cours d'eau et station de mesure	Module (m ³ / s)	Cours d'eau et station de mesure	Module (m ³ / s)	Cours d'eau et station de mesure	Module (m ³ / s)
Déôme à Saint-Julien-Molin-Molette	9,1	Furan à Andrézieux-Bouthéon	2,15	Ruisseau des Préaux à Bourg-Argental	5,34
Dorlay à La Terrasse-sur-Dorlay	3,92	Gier à Saint-Chamond	3,19	Semène à Jonzieux	3,86
Dunières à Sainte-Sigolène	3,98	Gier à Rive-de-Gier	3,9	Semène à Saint-Didier-en-Velay	4,37
Ecotay à Marlhès	4,23	Lignon au Chambon-sur-Lignon	6,42	Valencize à Chavanay	9,13
		Lignon à Yssingeaux	6,87		

Tableau 2 : Modules des cours d'eau du territoire d'étude (Banque HYDRO)

- L'accès à l'eau. La montagne est le lieu où l'apport en eau météorique est le plus important mais où la disponibilité de la ressource est la plus faible, du fait de la position en tête de bassin versant, qui réduit de fait les superficies utilisables. La plaine est un lieu où les apports en eau par les précipitations sont moins importants, mais où la disponibilité est plus grande qu'en montagne.
- Le passage de l'eau-milieu à l'eau-ressource. Pour que l'eau devienne disponible, il faut mettre en œuvre une certaine technologie. L'eau telle que nous la trouvons à l'état naturel n'est pas potable et doit donc être traitée. La technologie doit considérer les contraintes naturelles de tous temps prédominantes.

La qualité de l'eau évolue en partie avec la quantité d'eau du cours d'eau. Un cours d'eau en crue peut être chargé de matières minérales toxiques pour la vie animale. Un cours d'eau à l'étiage est composé de matières organiques ce qui peut signifier un déficit en oxygène. Pour les milieux d'eau stagnante, c'est un risque d'eutrophisation. A ces risques naturels s'additionnent des risques d'origine anthropique par le biais de polluants localisés ou diffus. Les origines de ces polluants ne sont pas toujours simples à déterminer.

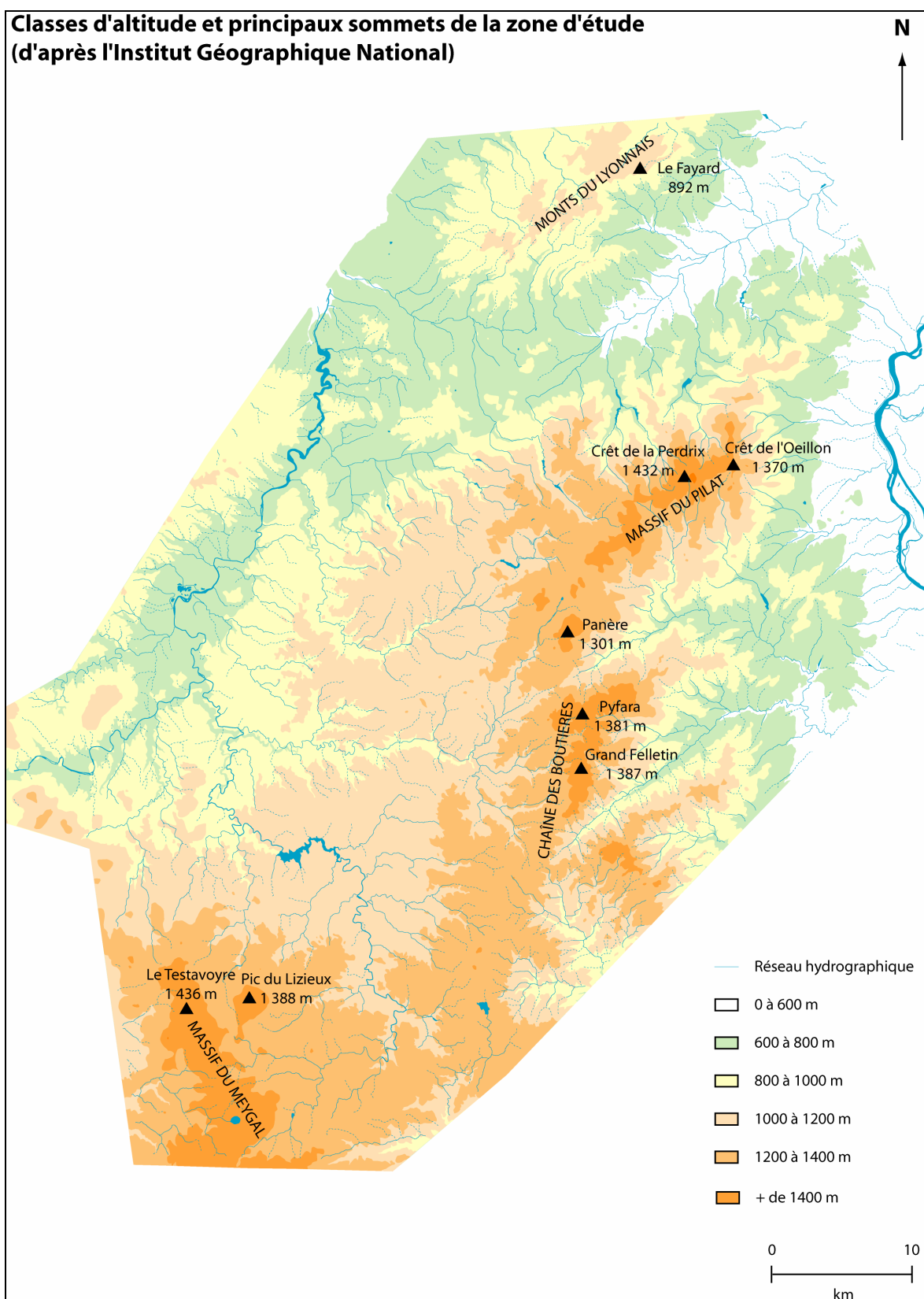


Figure 14 : Classes d'altitude et principaux sommets de la zone d'étude (INSTITUT GEOGRAPHIQUE NATIONAL)

Qu'entendons-nous par moyenne montagne cristalline ? « *Le milieu physique confère sa signification particulière et singularise le cas de la moyenne montagne. Cette dernière autrement ne se distinguerait guère de l'ensemble des campagnes où se posent des problèmes socio-économiques similaires.* » (C.E.R.A.M.A.C., 1997).

Nous nous trouvons en milieu de moyenne montagne. Tout le territoire n'appartient pas à un secteur de moyenne montagne. Les Sucs du Velay, les Crêts du Pilat, les crêtes du Jarez peuvent être assimilés à un territoire de moyenne montagne. La pente est importante et les sommets approchent 1 000 mètres pour les Monts du Lyonnais, et 1 500 mètres pour le Massif du Pilat et le nord-est du Département de la Haute-Loire (1 486 mètres d'altitude au sommet du Meygal, 1 432 mètres au Crêt de la Perdrix, seulement 892 mètres au Fayard, au sud des Monts du Lyonnais). La majorité du territoire d'étude est un espace de plateaux vallonnés. La densité de population est assez importante mais très inégale pour qualifier cet espace de moyenne montagne homogène. Nous sommes aussi dans un milieu rural, que B. KAYSER⁴ définit comme « *un espace caractérisé par une densité relativement faible de la population et de l'habitat, faisant apparaître la prépondérance des paysages à couverture végétale et impliquant une mise en valeur à dominante agro-sylvo-pastorale.* »

L'agriculture et la forêt couvrent des massifs granitiques ou composés d'autres formations géologiques comme le gneiss, les micaschistes ou leptynites. Cette structure minérale, associée à des températures modérées du fait de l'altitude, crée des conditions peu favorables à la rétention en eau par le sol. Nous ne sommes pas en milieu calcaire, il n'y a donc pas ou très peu de transferts naturels d'eau entre bassins versants.

⁴ Extrait de B. KAYSER « La ruralité aujourd'hui », in COLLECTIF, 1995, *Les mutations dans le milieu rural*, Presses Universitaires de Caen, 476 p.

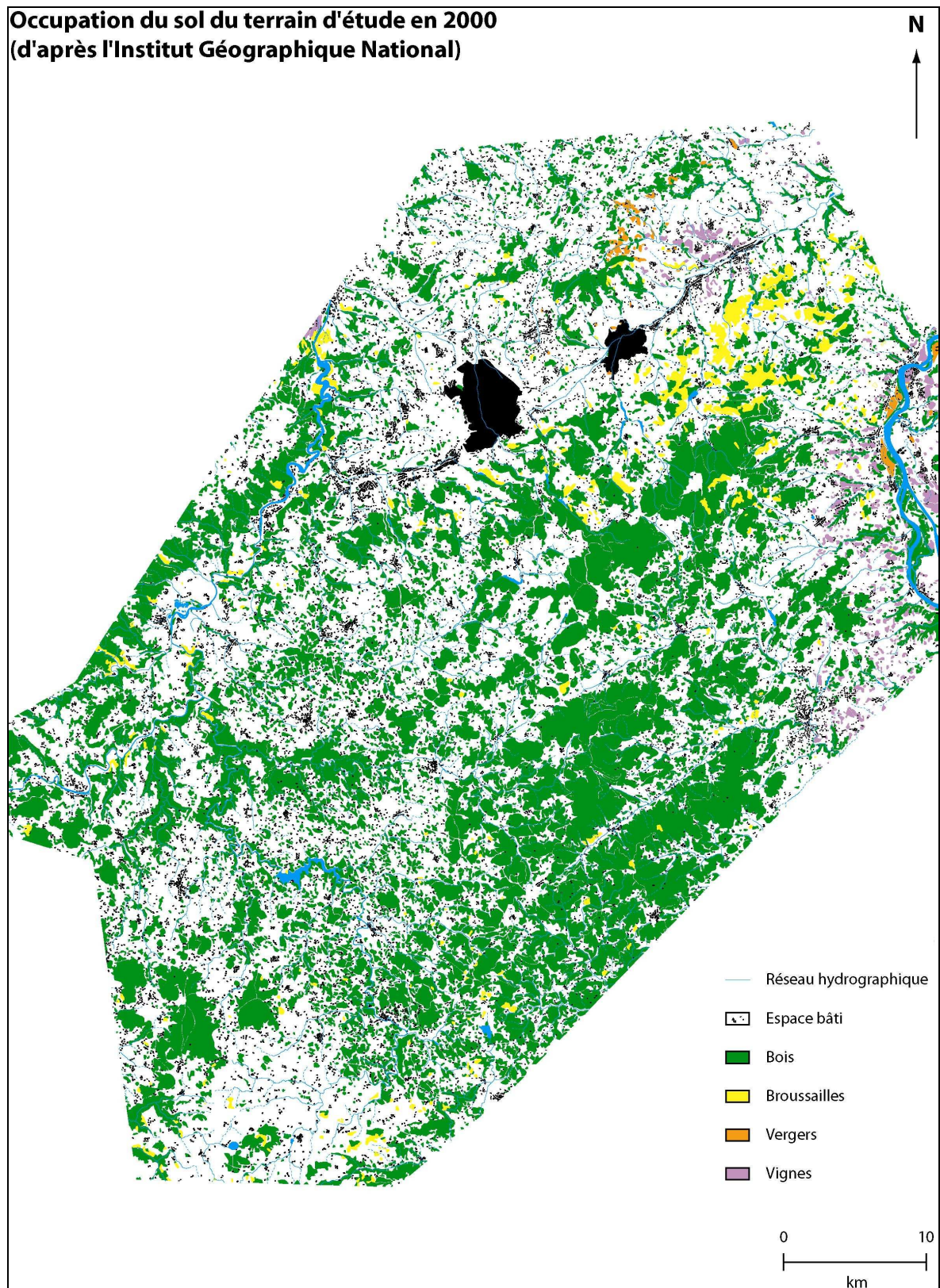


Figure 15 : Occupation du sol du territoire d'étude en 2000 (d'après l'I.G.N.)

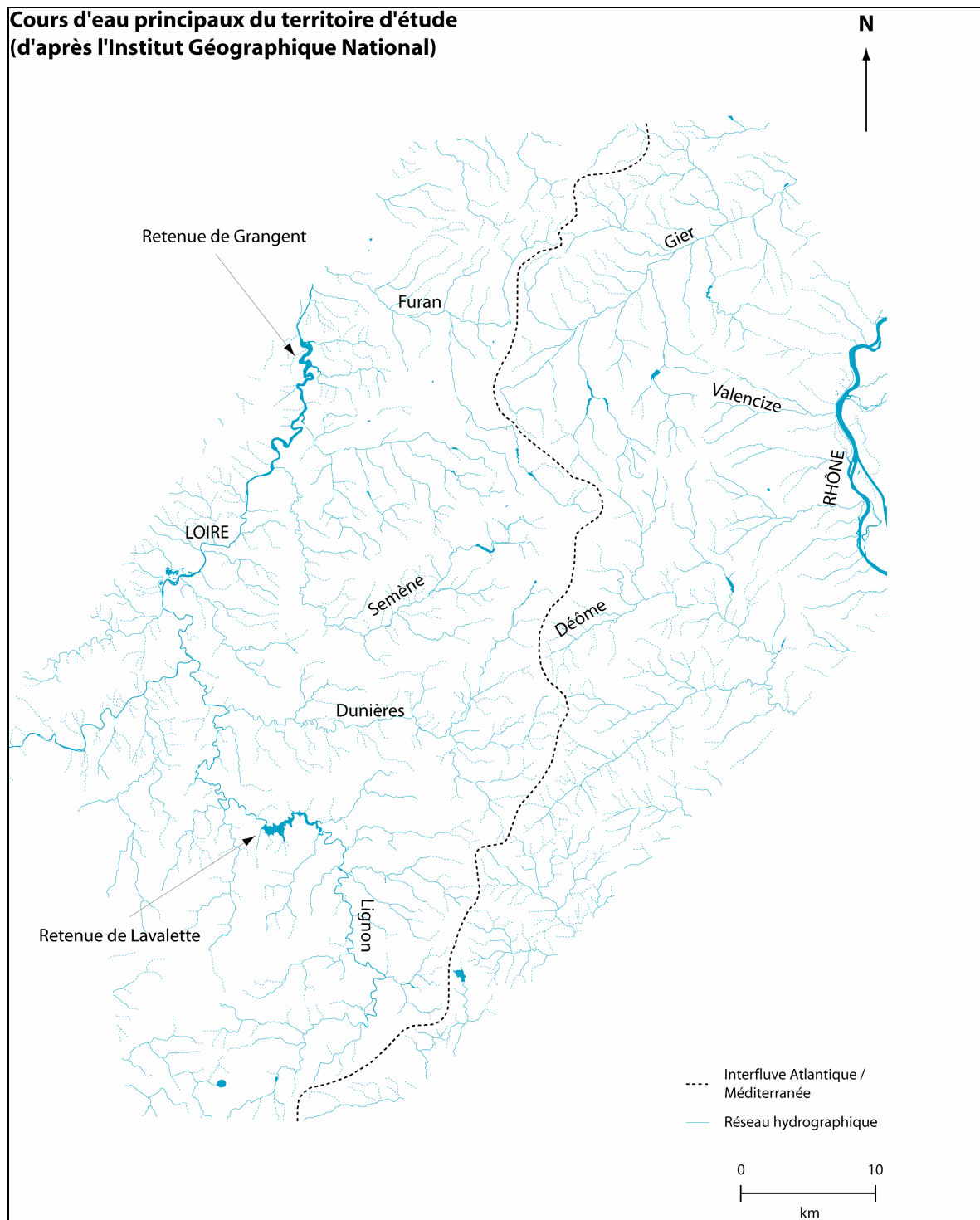


Figure 16 : Cours d'eau principaux du territoire d'étude (I.G.N.)

Chapitre 1 : Les apports météoriques en eau

1.1 La situation dite « normale »

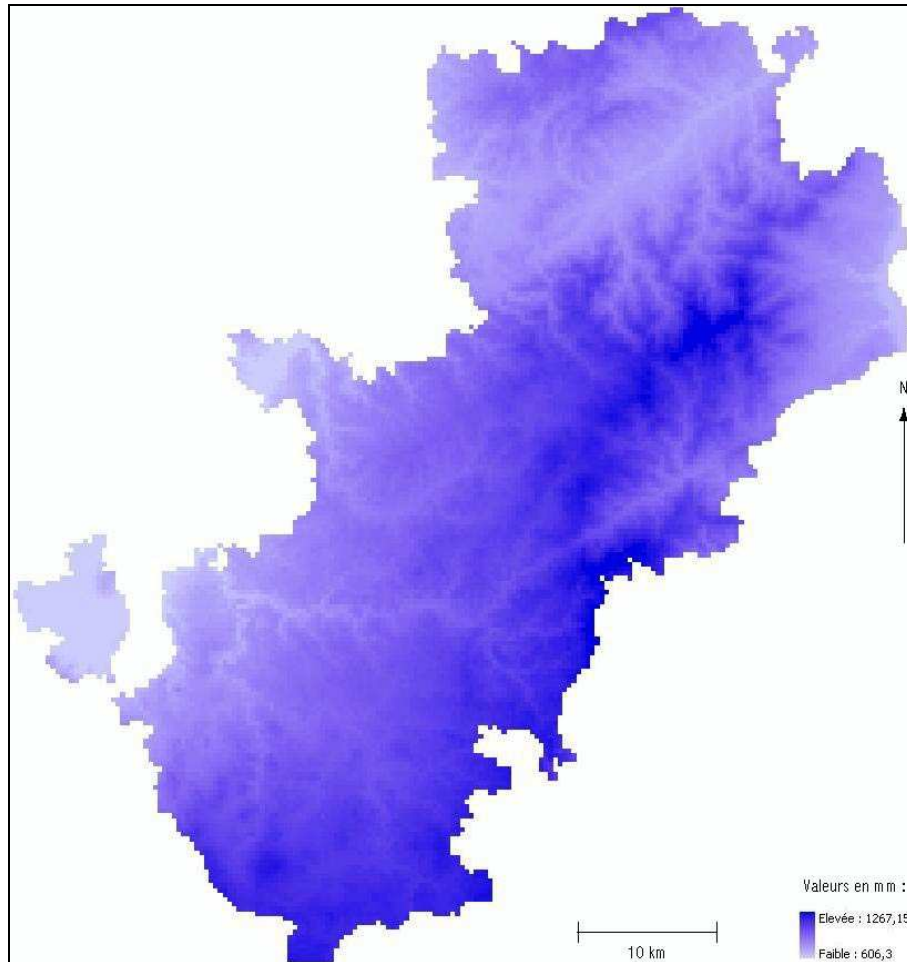


Figure 17 : Les précipitations moyennes annuelles sur le territoire d'étude - Normale 1971-2000 (METEO-FRANCE)

Si l'on se réfère à la normale 1971-2000, les précipitations s'échelonnent de 606,3 à 1 267,15 mm sur tout le territoire d'étude, soit un rapport du simple au double entre les secteurs les moins arrosés et les secteurs les plus arrosés. Le gradient pluviométrique entre les régions les plus basses et les plus élevées est donc assez régulier. Les précipitations sont plus faibles au sein des vallées (Furan, Gier, Loire, Rhône) et sont plus élevées sur les massifs (Chaîne des Boutières, Massif du Pilat, sud des Monts du Lyonnais).

L'augmentation des précipitations moyennes annuelles avec l'altitude est réelle sur le Massif du Pilat. La zone des crêts reçoit plus de 1 200 mm par an en moyenne. Cette plus forte pluviométrie sur la partie centrale, légèrement moins importante sur les plateaux occidentaux du massif, autour de 900 à 1 000 mètres d'altitude, traduit aussi une certaine sensibilité climatique. *« Le Pilat retrouve son rôle de borne climatique entre des influences multiples. [...] Il est ceinturé de régions aux régimes pluviométriques différents, maximum d'automne sur le flanc sud, de septembre à l'est dans la région de Pélussin, de juin à août dans la région stéphanoise. »* (G. STARON, 1993). La région des crêts et des hauts plateaux est la source de tous les cours d'eau qui traversent le sud du Département de la Loire et le Nord de l'Ardèche. La Déôme, la Dunières, le Furan, le Gier, l'Ondaine et la Semène sont les cours d'eau principaux. Un enneigement déficitaire ou une année d'approvisionnement en eau moins favorable peut signifier un risque de sécheresse généralisé sur tout le secteur. *« Le Massif du Pilat présente, sur ses versants nord, un climat plus froid et souvent enneigé l'hiver. Ce massif peut subir les perturbations méditerranéennes. [...] La Ville de Saint-Etienne, urbanisée jusqu'à 700 mètres, subit parfois également des hivers rigoureux et enneigés, mais une pluviométrie relativement faible (700 mm par an) par effet de foehn. [...] Les Monts du Lyonnais à l'Est, forment un rempart plus doux. Bien exposés, ces versants bénéficient d'un climat souvent agréable, moins chaud en été qu'en plaine, sans connaître toutefois des hivers trop rudes. Ils présentent un régime moyen avec des valeurs normales de 800 à 900 mm de pluie par an. »* (ASCONIT CONSULTANTS, 2004).

Les bassins du Puy-en-Velay, de Monistrol-sur-Loire sont les moins arrosés et ont des valeurs comparables à Saint-Etienne. Sur les reliefs les plus élevés, tels le Grand Felletin, le Meygal, le Lizieux et le Mont Mézenc, les valeurs de pluviométrie correspondent aux valeurs obtenues sur le Massif du Pilat. Les précipitations augmentent avec l'altitude de manière régulière, grâce aux influences océaniques. Les masses d'air venues de la Méditerranée peuvent apporter des quantités d'eau très importantes. Il neige chaque hiver sur les reliefs de la Haute-Loire.

« Le petit bassin de la Loire ardéchoise reçoit les très fortes pluies méditerranéennes extensives et écoule une masse d'eau supérieure à 1 mètre par endroits, vers le nord cette zone de forte pluie s'étend de manière diffuse et atténuée sur les Massifs du Mézenc au Pilat. [...] L'axe montagneux des Monts de la Madeleine, des Bois Noirs, de la partie septentrionale des Monts du Forez jusqu'à Pierre-sur-Haute et dans une moindre mesure les Monts du Beaujolais présentent une bonne abondance avec des lames d'eau

tout à fait acceptables en raison d'une recrudescence de pluies océaniques. [...] Tous les massifs situés entre ces deux pôles régionaux souffrent d'une position d'abri à l'échelle du Massif Central qui empêche la pénétration de pluies océaniques. Monts du Velay, Sucs de l'Yssingelais et Monts du Lyonnais présentent des ressources en eau très moyennes ou médiocres pour des régions d'altitude. » (G. STARON, 1993).

Les précipitations peuvent évoluer d'une année à l'autre. Par exemple, la valeur annuelle maximale de pluviométrie relevée à Tarentaise était de 1 282 mm en 1994 et la valeur minimale observée était de 710,5 mm en 1985.

Les différences saisonnières.

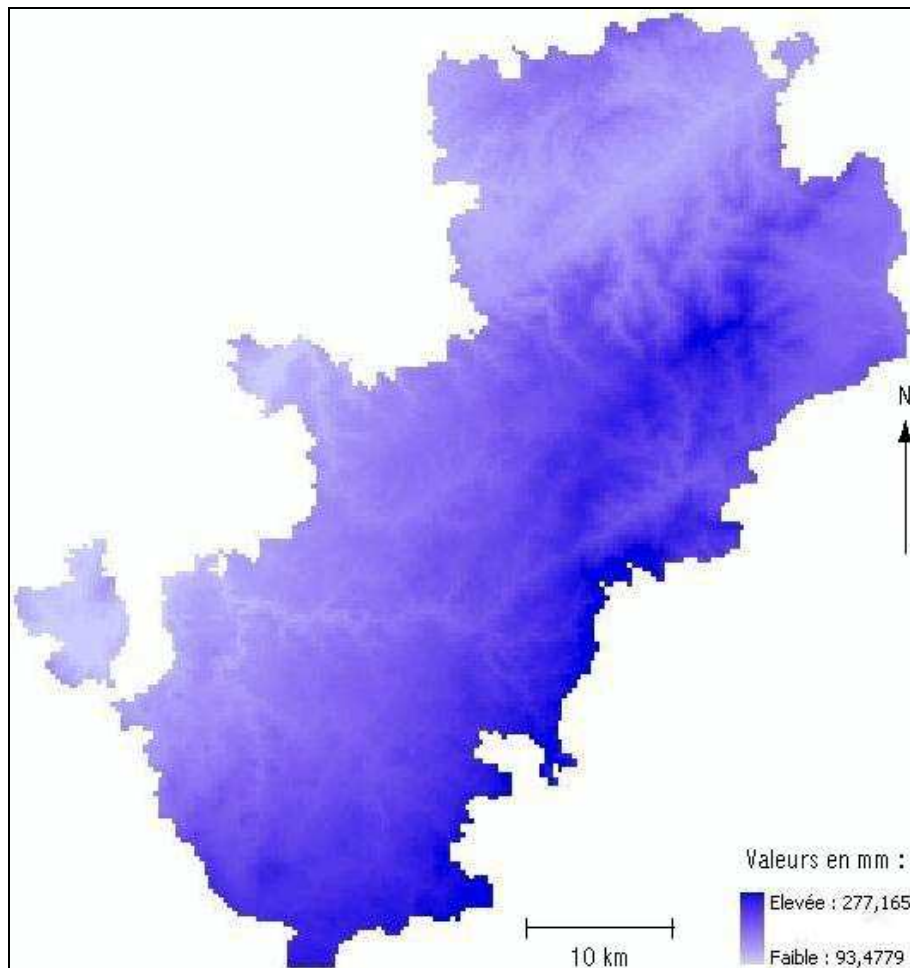


Figure 18 : Les précipitations moyennes entre le 1^{er} janvier et le 31 mars sur le territoire d'étude - Normale 1971-2000 en mm (METEO-FRANCE)

En période hivernale, le rapport entre les précipitations les plus faibles et les précipitations les plus élevées est presque du simple au triple. Les Vallées du Gier et de la Loire sont peu arrosées. Une grande partie des bassins versants est concernée par cette relative faiblesse des apports. Les apports d'origine océanique sont faibles. La Vallée du Rhône est un peu plus arrosée par des précipitations d'origine méditerranéenne. Les précipitations sont beaucoup plus importantes sur les sommets des massifs, au-delà de 1 000 mètres d'altitude.

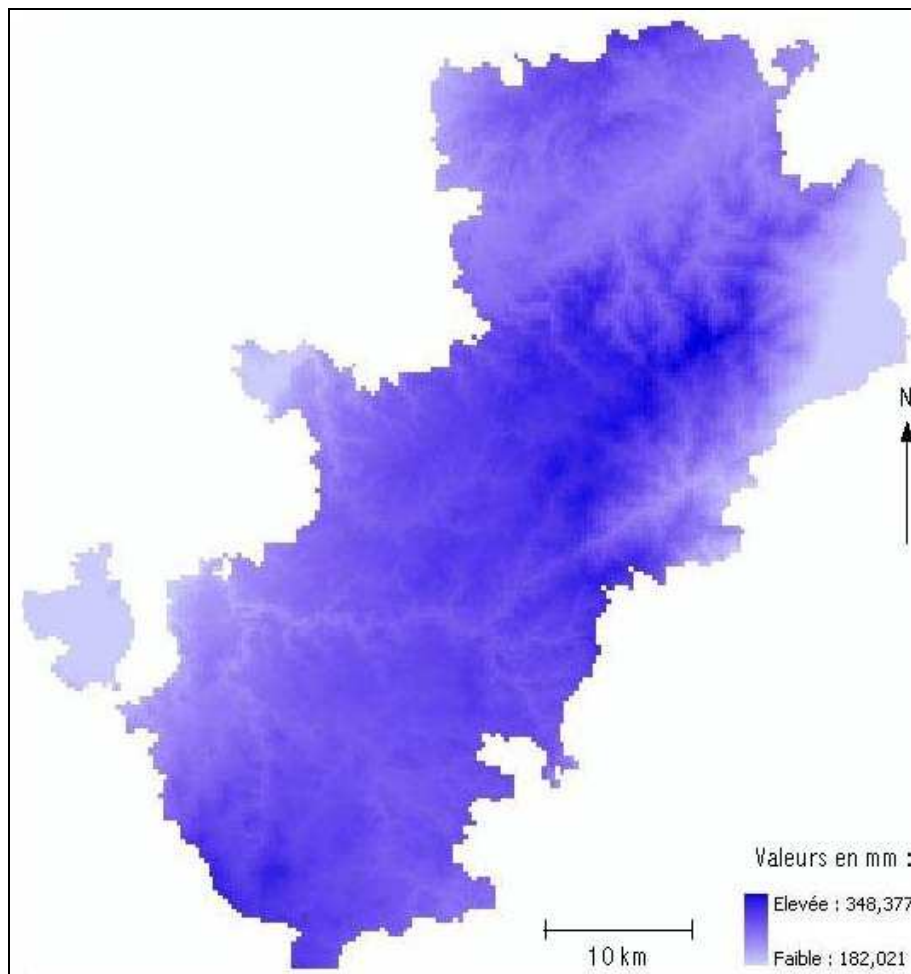


Figure 19 : Les précipitations moyennes entre le 1^{er} avril et le 30 juin sur le territoire d'étude - Normale 1971-2000 en mm (METEO-FRANCE)

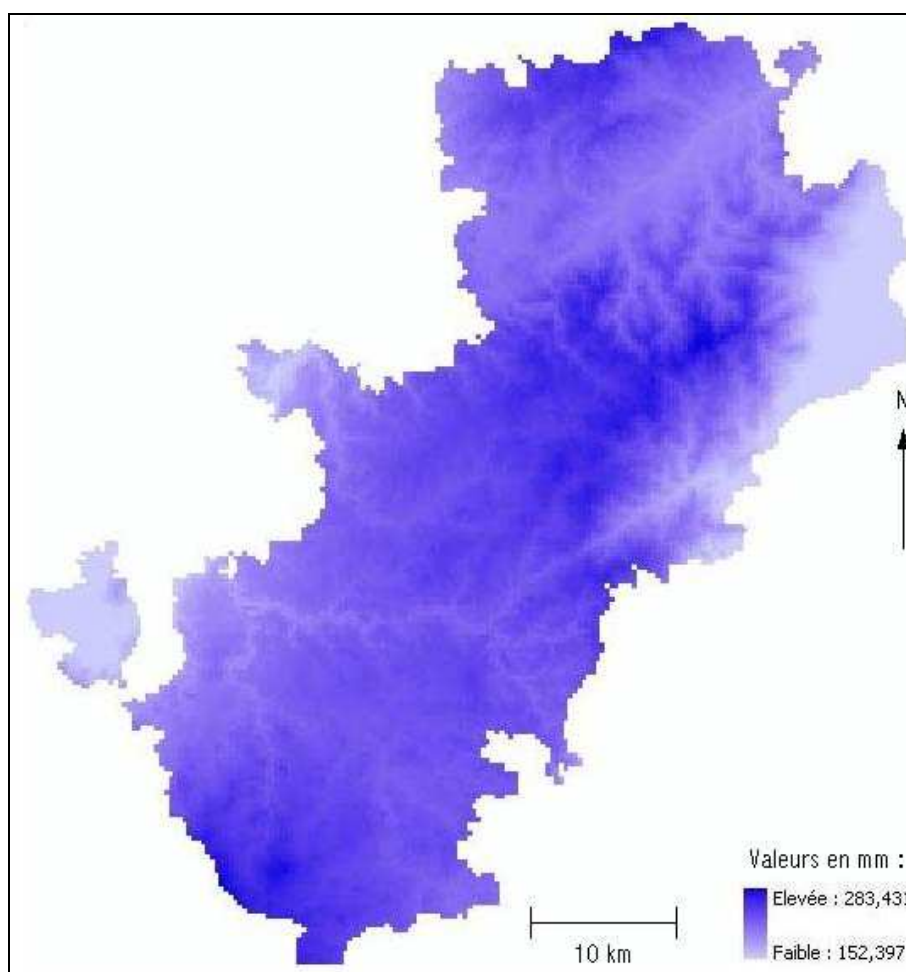


Figure 20 : Les précipitations moyennes entre le 1^{er} juillet et le 30 septembre sur le territoire d'étude - Normale 1971-2000 en mm (METEO-FRANCE)

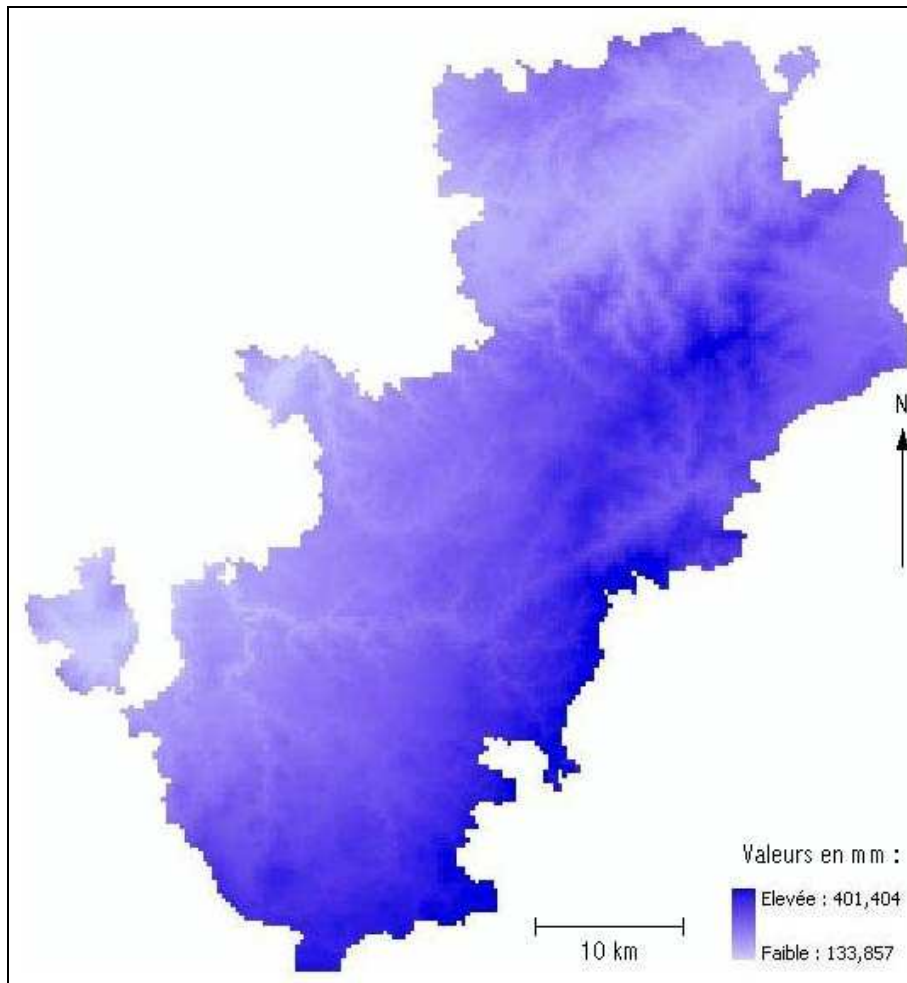


Figure 21 : Les précipitations moyennes entre le 1^{er} octobre et le 31 décembre sur le territoire d'étude - Normale 1971-2000 en mm (METEO-FRANCE)

Le printemps est une période capitale pour la gestion de la ressource en eau. Le rapport entre les précipitations les plus faibles et les précipitations les plus élevées est d'un peu moins d'1 à 2. Les Vallées de la Loire et du Rhône, où les altitudes sont les plus faibles, sont aussi les moins pourvues en eau. Elles recueillent tout de même près de 200 mm, ce qui peut être suffisant pour les cultures. Les massifs reçoivent des précipitations plus importantes, comme en toute saison. Le Massif du Pilat, Pyfara, les suc's yssingelais sont les secteurs les mieux lotis. Un certain surplus se retrouve dans les cours d'eau issus de ces massifs à cette période (Déôme, Dunières, Furan, Gier, Lignon du Velay, Ondaine et Semène). Si les apports sont insuffisants à cette période, compte tenu de la faiblesse des réserves naturelles, il est possible d'aboutir en quelques semaines à une période de sécheresse. Seul le Barrage de Lavalette, qui peut au maximum contenir 41 M m³, peut alors assurer la saison d'alimentation en eau potable.

Le rapport entre les précipitations les plus faibles et les plus élevées est de près de 1 à 2 entre le 1^{er} juillet et le 30 septembre. Les Vallées de la Loire et du Rhône sont les moins arrosées en été. Si la faiblesse des précipitations n'est pas très étendue dans la Vallée de la Loire (elle concerne principalement Aurec-sur-Loire et Retournac), elle s'étend au Bassin versant de la Déôme et à tout le plateau pélussinois. La Vallée du Gier est un peu plus arrosée. Les Monts du Lyonnais, le Massif du Pilat, le Meygal sont les secteurs les plus pourvus en eau. La décroissance des précipitations est faible sur les plateaux de la Haute-Loire. Les Vallées de la Dunières et de la Semène, beaucoup plus à l'abri des influences méditerranéennes que la Vallée de la Déôme, sont plus arrosées. La partie orientale du territoire est la plus fréquemment soumise aux assecs. L'enjeu de la préservation de la ressource en eau y est essentiel pendant l'été.

En automne, le rapport entre les précipitations les plus élevées et les précipitations les plus faibles sur le territoire est de 1 à 3. La croissance des précipitations est relativement régulière vers le Sud-Est, jusqu'aux sommets de la Chaîne des Boutières, du Meygal et du nord du Massif du Mézenc. Les Vallées du Gier et de la Loire sont les moins alimentées. La Vallée du Rhône et les sommets du Vivarais recueillent les précipitations d'origine méditerranéenne.

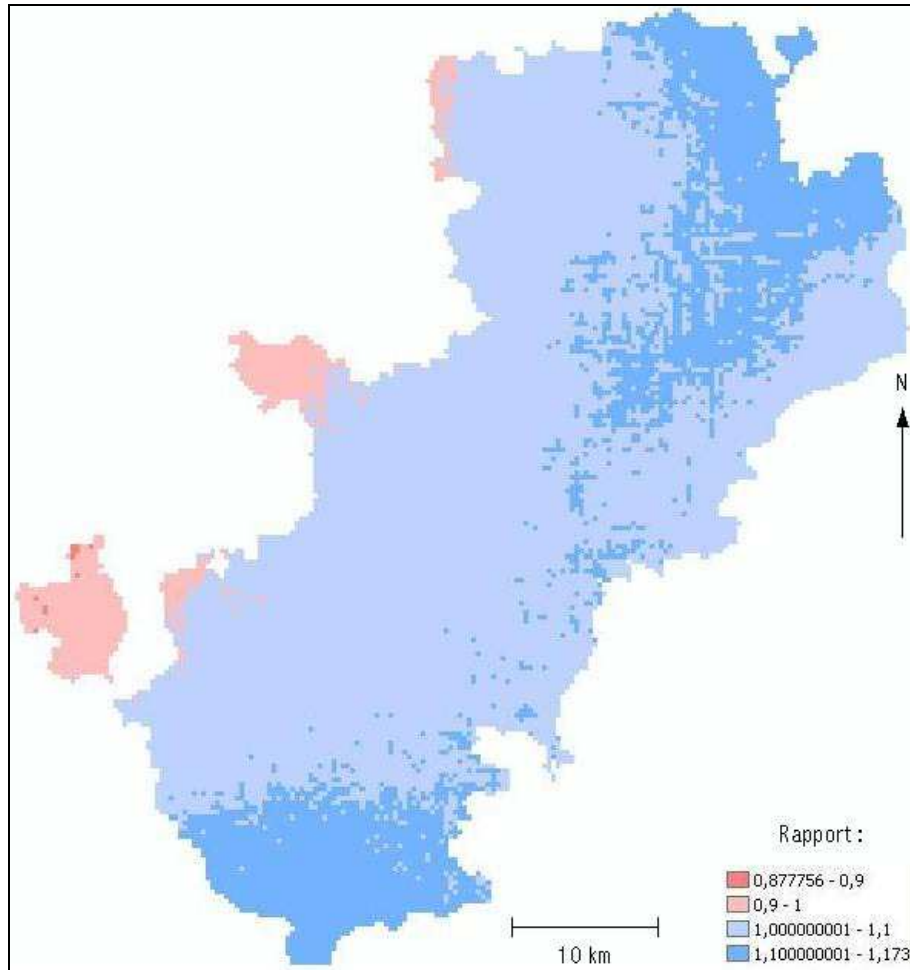


Figure 22 : Rapport entre les précipitations de la période de référence 1971-2000 et les précipitations de la période de référence 1951-1980 (METEO-FRANCE)

Nous ne disposons pas des données continues de précipitations entre 1975 et 2009. Nous avons donc travaillé à partir des périodes de référence, appelées « normales », 1951-1980 et 1971-2000. Les précipitations ont augmenté entre les deux périodes. L'augmentation maximale est de 17,3 %. La basse Vallée du Gier, les Massifs du Pilat et du Meygal recueillent davantage d'eau. Les Vallées de la Loire et de l'Onzon sont moins arrosées. Les écarts sont toutefois relativement faibles, puisque la commune de Retournac recueille tout de même entre 1971 et 2000 87,8 % du total de précipitations reçues entre 1951 et 1980. Sur l'agglomération stéphanoise, le plateau pélussinois, la Vallée de la Déôme et le plateau altiligérien, l'augmentation des précipitations entre les deux normales est comprise entre 0 et 10 %. Si la tendance a plutôt été à l'augmentation des précipitations, il n'y a donc pas eu de changement radical à ce niveau à la fin du XX^{ème} siècle. S'agit-il pour autant d'un point positif quant à l'évolution quantitative de la ressource en eau ?

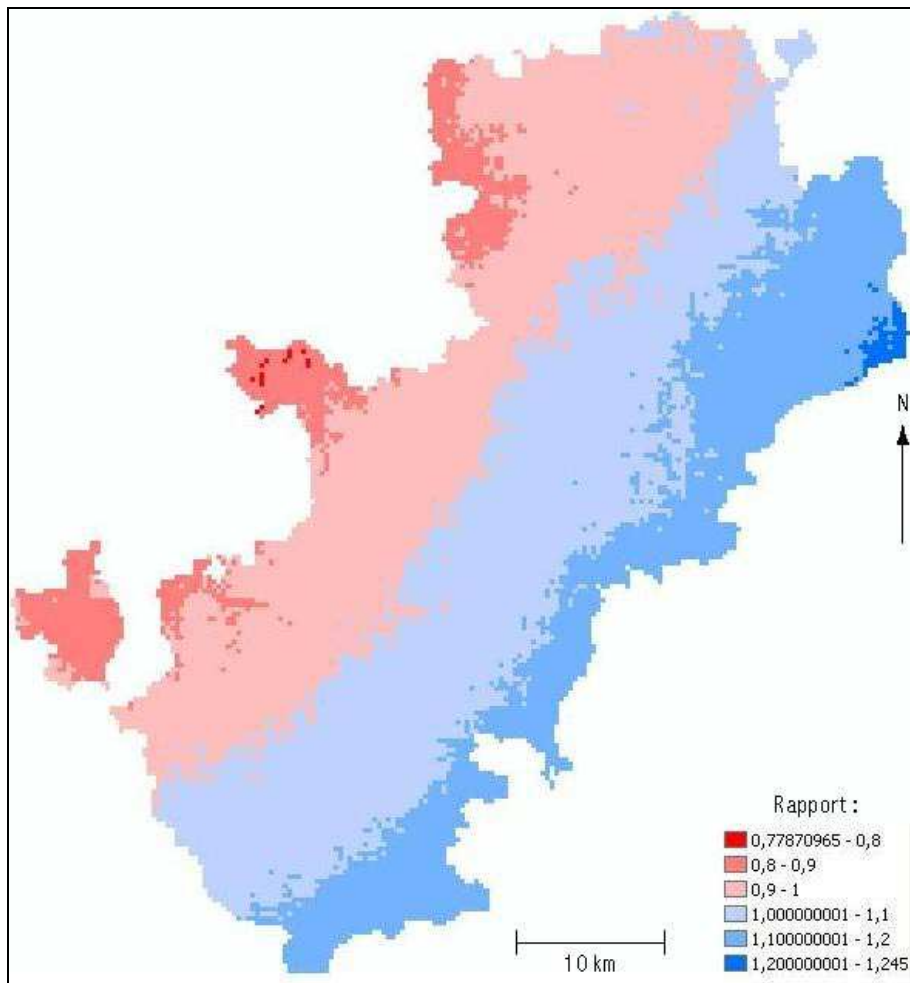


Figure 23 : Rapport entre les précipitations hivernales de la période de référence 1971-2000 et les précipitations hivernales de la période de référence 1951-1980 (METEO-FRANCE)

En hiver, c'est sur le secteur de Saint-Pierre-de-Bœuf que les précipitations hivernales ont le plus augmenté entre les deux périodes de référence 1951-1980 et 1971-2000. La hausse atteint 24,5 %. Sur le plateau pélussinois, la Vallée de la Déôme, la Chaîne des Boutières et le Massif du Meygal, la hausse est comprise entre 10 et 12 %. Sur le Massif du Pilat, la Vallée de la Dunières et la basse Vallée du Lignon, l'augmentation se situe entre 0 et 10 %. Les Monts du Lyonnais, la Vallée de la Semène et la basse Vallée de la Dunières enregistrent une légère baisse. Elle est plus accentuée sur la Vallée de la Loire et la basse Vallée du Furan. Les précipitations d'origine océanique seraient donc moins importantes pendant les périodes hivernales récentes, à la fin du XX^{ème} siècle, et les précipitations d'origine méditerranéenne seraient plus abondantes. Cependant, ceci ne nous renseigne pas sur la fréquence de ces précipitations.

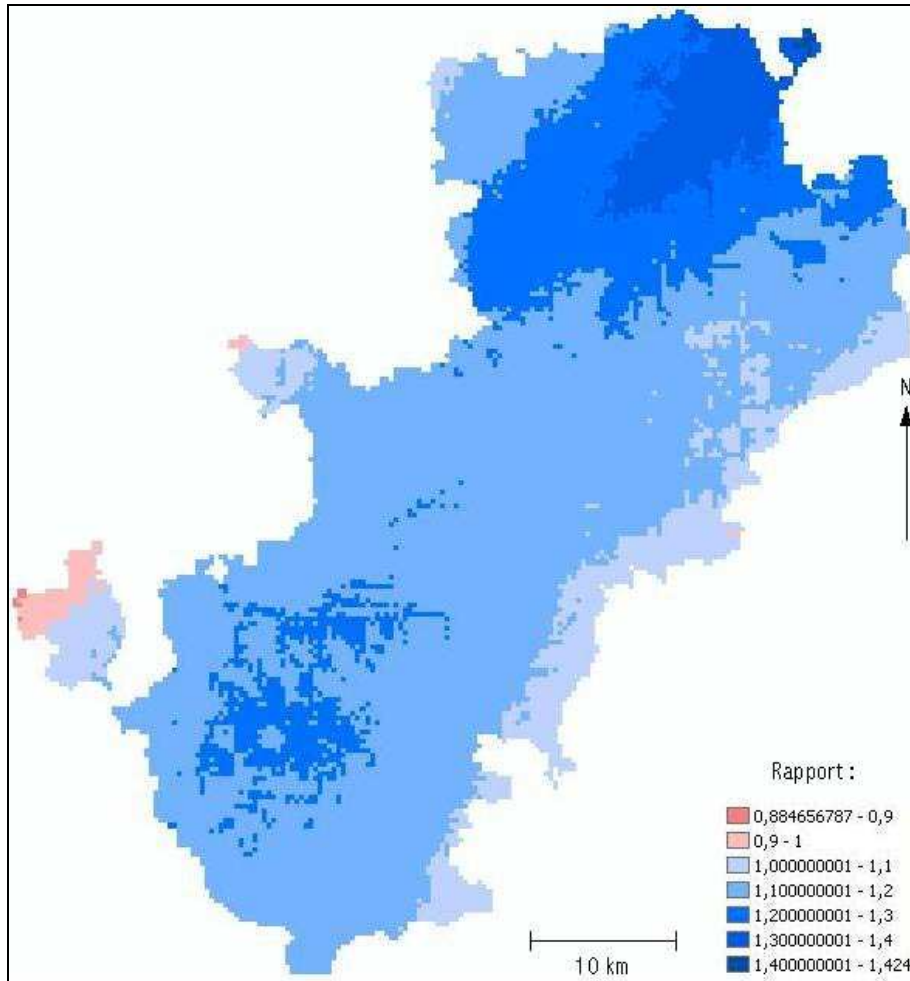


Figure 24 : Rapport entre les précipitations printanières de la période de référence 1971-2000 et les précipitations printanières de la période de référence 1951-1980 (METEO-FRANCE)

Au printemps, la quantité d'eau reçue s'élève sur tout le territoire d'étude, à l'exception de la Vallée de la Loire où on relève une légère diminution. Nous avons assisté à une augmentation des précipitations principalement sur le Bassin versant du Gier. Cette hausse dépasse 40 % entre les deux périodes de référence. L'augmentation dépasse 20 % sur les vallées de la Dunières et du Lignon. Le Massif du Pilat connaît une hausse comprise entre 10 et 20 %. Le sud du plateau pélussinois, la Vallée de la Déôme sont deux secteurs où l'élévation des précipitations est légèrement inférieure à 10 %. Si ces précipitations ne sont pas trop abondantes, nous pouvons y voir là un signe positif au moment où la demande en eau de la végétation est croissante. La Vallée du Gier, qui connaît l'agriculture la plus intensive de tout le territoire, aurait donc bénéficié de cette augmentation. Les tendances sont toutefois à confirmer au cours des prochaines périodes.

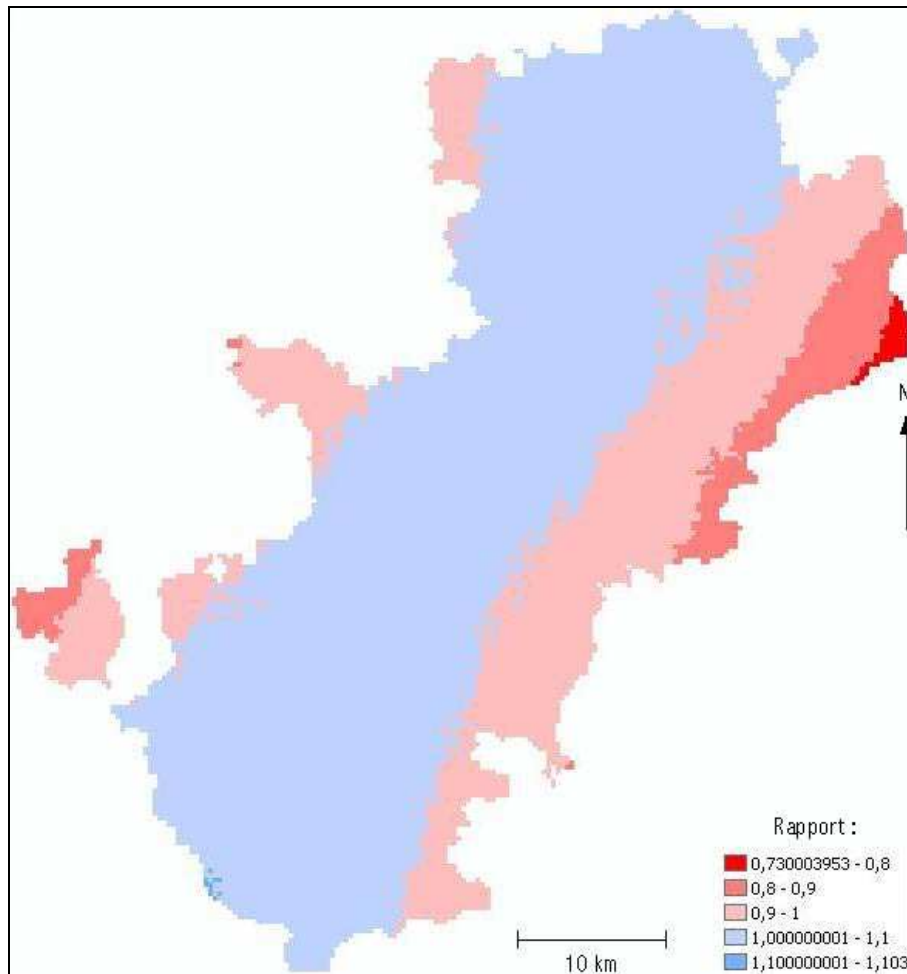


Figure 25 : Rapport entre les précipitations estivales de la période de référence 1971-2000 et les précipitations estivales de la période de référence 1951-1980 (METEO-FRANCE)

Les précipitations estivales ont connu une augmentation entre les deux périodes de référence 1951-1980 et 1971-2000 sur la majorité du territoire d'étude. Cette augmentation est faible, comprise entre 0 et 10 % et se situe sur les Monts du Lyonnais, la Vallée du Gier, le versant nord du Massif du Pilat, les vallées de la Semène, de la Dunières et du Lignon. La diminution des précipitations est très faible en été sur la Vallée de la Loire, la basse Vallée du Furan, le versant sud du Massif du Pilat et la Chaîne des Boutières. Elle est plus importante sur le plateau péluissinois et la Vallée de la Déôme : 80 à 90 % du total reçu en 1971-2000 par rapport à la période 1951-1980. Elle peut être source d'inquiétude pour le secteur de Chavanay et de Saint-Pierre-de-Bœuf, sur la partie la plus orientale du territoire. Les étés peuvent y être très secs mais l'alimentation en eau potable s'effectue essentiellement à partir des nappes proches du fleuve Rhône. La vigne, bien exploitée sur ce secteur, est bien adaptée à la situation car peu gourmande en eau. « *Envisagée d'un strict point de vue agronomique, la pluie n'est efficace que si elle pénètre le sol, pour circuler dans le système racinaire des plantes. La capacité d'absorption d'un sol est*

généralement limitée. Elle varie selon sa compacité et sa structure et peut atteindre une vitesse moyenne de 10 mm / heure. La fraction des précipitations située au-delà de ce seuil est perdue par évaporation ou ruissellement sur le sol. » (J. BETHEMONT, 1972). Certains sols ne peuvent pas accepter une telle vitesse moyenne alors que d'autres peuvent accepter une vitesse d'absorption supérieure : *« La présence de pentes, même modérées, freine le processus normal d'élaboration pédologique : les défrichements du XIX^{ème} siècle, la culture de la vigne sur les coteaux, la violence des orages d'été ou des pluies d'automne, ont décapé les sols jusqu'à les réduire à l'état d'arènes minces. [...] Considérés dans leur ensemble, les sols des contreforts rhodaniens laissent une impression de discontinuité et surtout de médiocrité. » (J. BETHEMONT, 1972).*

Les conditions météorologiques précédant l'évènement sont également capitales pour la capacité d'absorption. Une longue période de sécheresse associée à une forte chaleur provoque une fermeture des sols qui limitent ainsi l'évaporation. *« Les fortes chaleurs correspondant à des températures supérieures à 30°C, et les très fortes chaleurs surviennent quand les températures sont supérieures à 35°C. » (METEO-FRANCE).* Un orage de forte intensité n'aura ainsi aucun impact positif sur l'évolution de la ressource en eau.

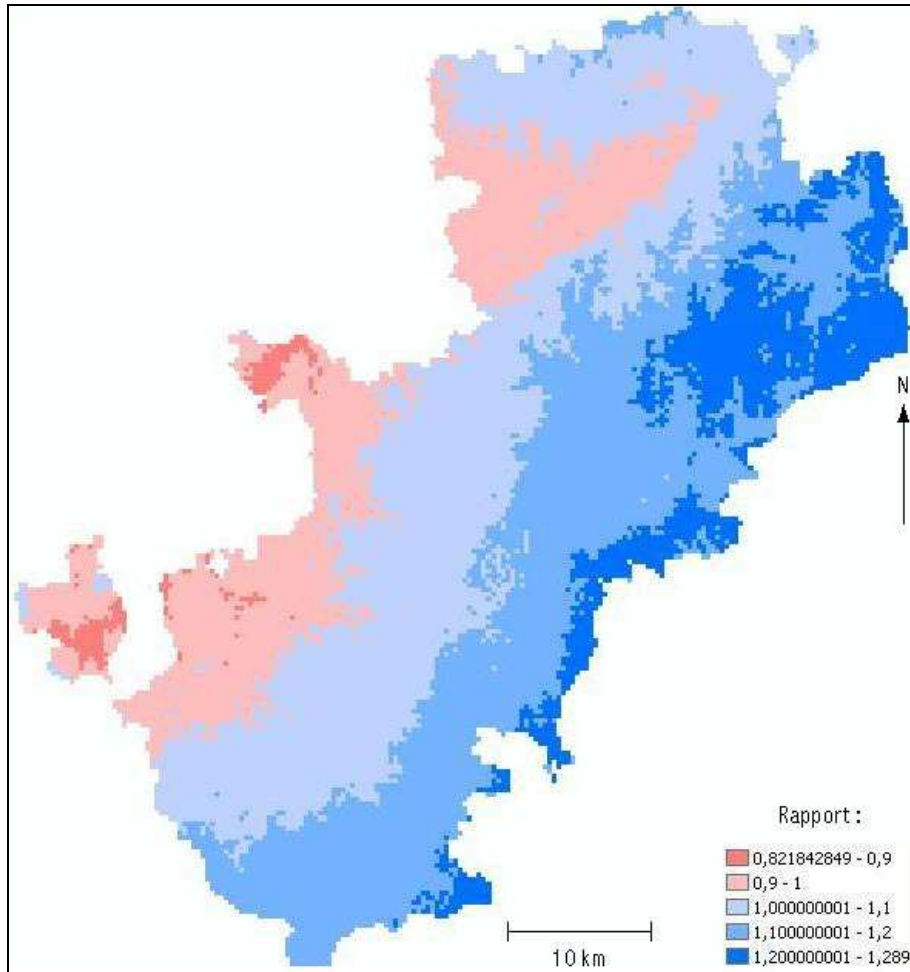


Figure 26 : Rapport entre les précipitations automnales de la période de référence 1971-2000 et les précipitations automnales de la période de référence 1951-1980 (METEO-FRANCE)

En automne, nous assistons là aussi à une élévation de la quantité d'eau reçue sur le territoire. La situation est comparable à l'hiver, avec une élévation des précipitations vers le sud-est du territoire. Les précipitations ont nettement augmenté entre les deux périodes de référence (jusqu'à 28,9 %) sur la Chaîne des Boutières, le plateau péluissinois, les Vallées de la Déôme et du Rhône et le versant sud-est du Massif du Pilat. Les précipitations ont diminué sur l'agglomération stéphanoise, sur la Vallée du Gier et sur la Vallée de la Loire. Comme pour la période hivernale, les précipitations d'origine méditerranéenne ont augmenté alors que les précipitations d'origine océanique ont diminué. Compte tenu de la période, située plutôt dans l'hiver hydrologique, et des excès pluviométriques récents que la région a connus au cours de la fin de l'automne, cette élévation des précipitations n'est pas directement un point positif pour la gestion quantitative de la ressource en eau. Septembre 1980, novembre 1996, novembre 2002, décembre 2003 et novembre 2008 sont encore dans les mémoires des personnes touchées par de fortes inondations.

Voici l'évolution des précipitations annuelles à Saint-Etienne Bouthéon (Centre Météorologique Départemental METEO-FRANCE) :

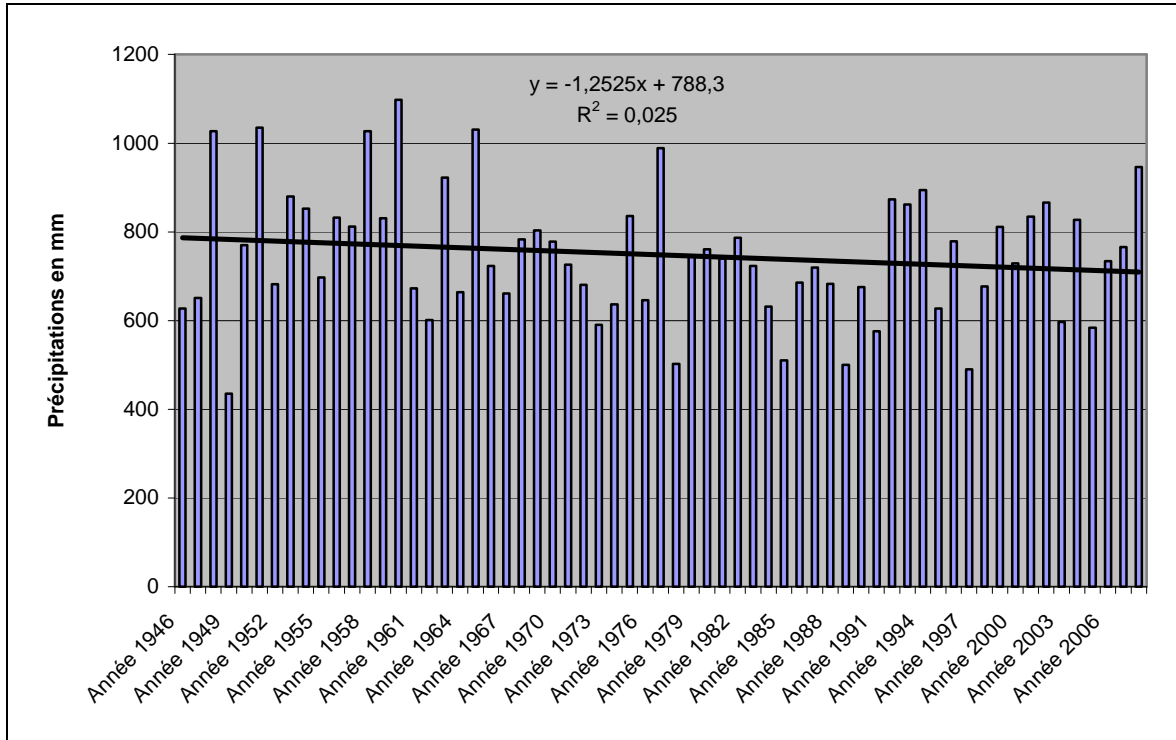


Figure 27: Hauteur des précipitations à Saint-Etienne Bouthéon entre 1946 et 2008 (METEO-FRANCE)

La pluviométrie annuelle à Saint-Etienne Bouthéon (sud de la Plaine du Forez) est souvent supérieure à 600 mm par an. Cela dit, les relevés où la pluviométrie est inférieure à cette valeur sont plus nombreux depuis la fin des années 1970. L'altitude de la station Météo-France à l'aérodrome de Bouthéon est de 401 mètres. Les années où la pluviométrie relevée dépasse 800 mm sont rares, et il faut remonter à 1965 pour trouver trace d'un relevé supérieur à 1 000 mm. Les derniers relevés montrent une tendance à la baisse des moyennes annuelles de pluviométrie à Bouthéon. La moyenne annuelle des années 1951 à 1980 est de 782 mm, alors qu'elle est de 713 mm de 1961 à 1990 et de 702 mm de 1971 à 2000. C'est essentiellement pendant les mois de juin (de 91 à 72 mm) et d'août (91 à 70 mm) que cette diminution est la plus sensible. Sur la figure n°27 page 55, le coefficient de détermination de la droite d'équation $y = -1,2525 x + 788,3$ est de 0,025. La variabilité interannuelle des précipitations est donc importante.

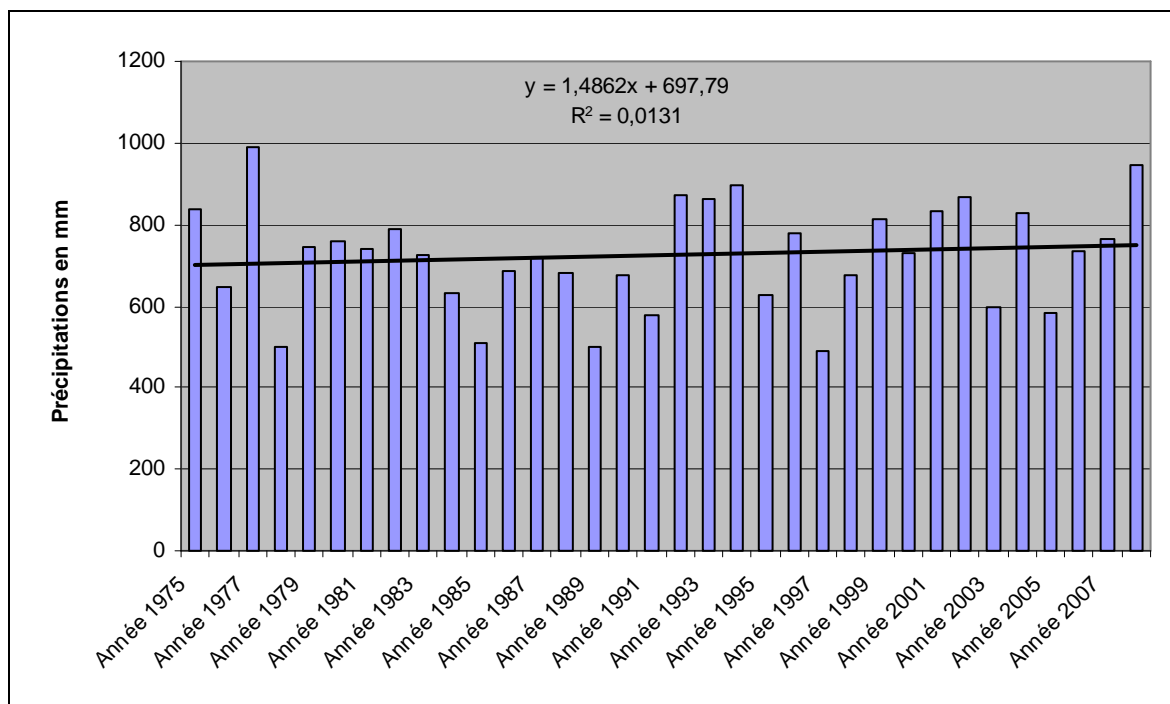


Figure 28 : Hauteur des précipitations à Saint-Etienne Bouthéon entre 1975 et 2008 (METEO-FRANCE)

Contrairement à la période 1946-2008, les précipitations ont eu tendance à augmenter pendant la période 1975-2008. La variabilité interannuelle des précipitations a été aussi importante.

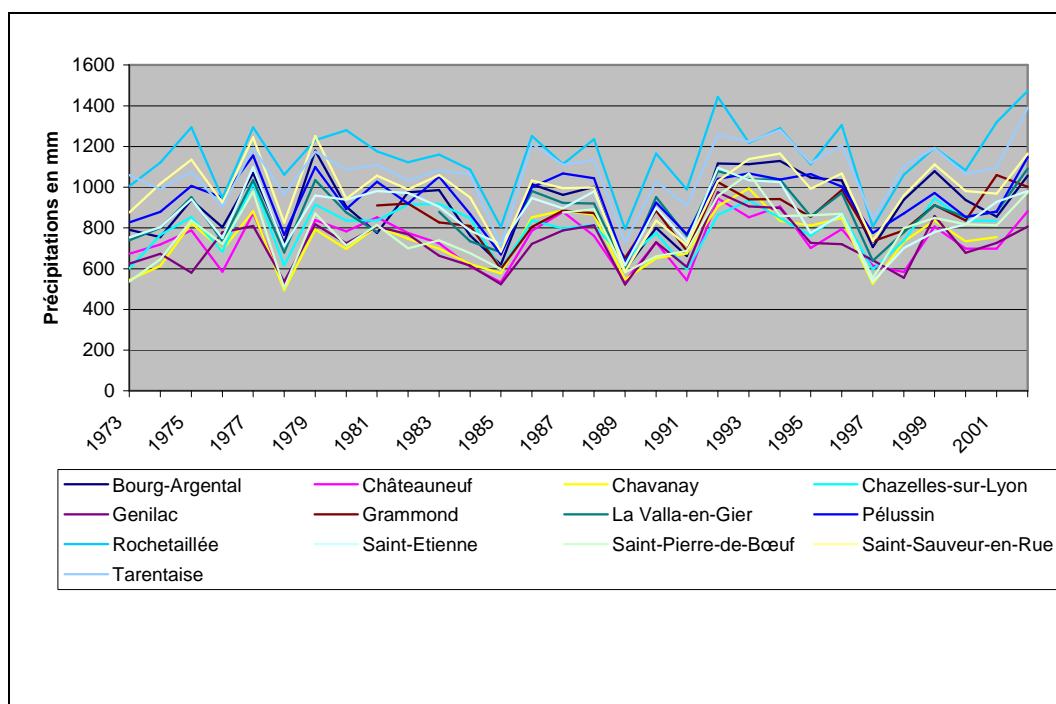


Figure 29 : Précipitations moyennes annuelles en mm sur le sud des Monts du Lyonnais et le P.N.R. du Pilat de 1973 à 2002 (METEO-FRANCE)

Station	Equation de la droite de régression issue de la figure n°29 page 56	Coefficient de détermination R ²
Bourg-Argental	$y = 4,3376x + 843,46$	0,0546
Châteauneuf	$y = 1,1563x + 715,16$	0,0069
Chavanay	$y = 3,8038x + 682,48$	0,0627
Chazelles-sur-Lyon	$y = 0,8366x + 783,99$	0,0036
Genilac	$y = 2,6765x + 678,21$	0,0396
Grammond	$y = 6,0384x + 742,61$	0,1094
La Valla-en-Gier	$y = 3,1169x + 819,51$	0,0403
Pélussin	$y = 0,5268x + 933,63$	0,0012
Rochetaillée	$y = 2,9878x + 1101,4$	0,0241
Saint-Etienne	$y = -1,2365x + 883,23$	0,0062
Saint-Pierre-de-Boeuf	$y = 5,6524x + 686,37$	0,124
Saint-Sauveur-en-Rue	$y = -0,4667x + 988,17$	0,0007
Tarentaise	$y = 4,5855x + 1007,1$	0,071

Tableau 3 : Précipitations moyennes annuelles en mm sur le sud des Monts du Lyonnais et le P.N.R. du Pilat de 1973 à 2002 - Equations des droites de régression et coefficients de détermination par station

C'est principalement à la fin du printemps et en été que la pluviométrie est la plus forte. Les mois de mai et de juin sont les plus arrosés de l'année, alors que le cœur de l'hiver est la période la moins propice aux précipitations à Bouthéon. C'est aussi pendant les mois printaniers que la demande en eau de la végétation est la plus forte, d'autant plus que les possibilités de réserves en eau du sol sont faibles. *« Les Monts du Lyonnais ne connaissent pas de sécheresse significative, par contre cette dernière commence à apparaître en altitude sur la haute Vallée du Lignon. Le contraste entre les deux versants du Pilat est encore plus net, du côté stéphanois l'écoulement assez médiocre s'accompagne d'un déficit estival faible, du côté de Bourg-Argental, l'un comme l'autre, sont nettement plus forts à altitude égale. Cette apparition d'un manque d'eau estival montagnard n'est qu'un débordement sur la région de la sécheresse méditerranéenne. »* (G.STARON, 1993).

Entre 1973 et 2002, les précipitations annuelles moyennes ont légèrement augmenté sur les secteurs du sud des Monts du Lyonnais et du P.N.R. du Pilat. Cette augmentation, d'environ 50 mm, mesurée sur une grande partie des stations météorologiques, montre d'importances irrégularités. Malgré les influences climatiques qui peuvent tempérer les

sécheresses estivales, malgré les différences altitudinales, certaines années sont plus sèches que d'autres. 1978, 1985, 1989, 1991, 1997 sont ainsi des années aux totaux pluviométriques faibles. Ces déficits annuels de 200 mm ne sont pas cycliques mais se produisent au moins une fois par décennie. Un mois très pluvieux, comme décembre 2003, peut transformer une année sèche en une année normale. Il faut donc affiner la recherche à un pas de temps mensuel.

Les séquences de sécheresse pluriannuelles apparaissent bien sur la figure n°27 page 56, comme les années 1985-1986 et les années 1989 à 1991.

1.2 L'évolution du manteau neigeux depuis 1975-1976

En fonction de l'altitude et des influences climatiques très différentes, la durée de l'enneigement est très variable au cours de l'année. Même sur les hauteurs du Pilat, les hivers sans neige ne sont pas rares, quand d'autres peuvent atteindre trois mois consécutifs. La présence du manteau neigeux sur le sol peut se produire en altitude d'octobre à mai, sur le Pilat et la Chaîne des Boutières. Du fait d'une altitude plus faible (900 mètres au maximum), l'enneigement sur le sud des Monts du Lyonnais est souvent limité à la saison hivernale. Ceci a un impact non négligeable sur la ressource en eau printanière. La fréquence des chutes de neige est aussi très variable : *« Les Monts du Velay dépassent un peu 1 000 mètres et frôlent les 45 chutes annuelles. Tous les plateaux d'altitude moyenne dépassent les 30 chutes de neige annuelles, du Mézenc au Pilat. [...] Pour la période 1959-1976, à plus de 80 jours, on trouve tous les secteurs d'altitude au-dessus d'un seuil qui s'abaisse à environ 1 000 mètres sur le Pilat. Sont concernés les Boutières. [...] De 55 à 80 jours, on trouve tous les monts de la corniche vivaroise jusqu'au Pilat et ceux du Velay. [...] De 35 à 55 jours par an, nous trouvons les Monts du Lyonnais. [...] Les durées médianes de l'enneigement restent médiocres, 9 jours d'enneigement à Bourg-Argental. Dès que l'on aborde les versants montagneux du Vivarais, les valeurs augmentent très vite. A Saint-Sauveur-en-Rue, elle atteint déjà 25 jours. [...] Sur l'ensemble du Lizieux et du Meygal, le froid persiste, mais, en raison de la baisse des précipitations, le manteau neigeux semble plus limité. La persistance au sol reste correcte au-dessus de 1 200 mètres. [...] Les épaisseurs deviennent particulièrement médiocres. »* (G. STARON, 1993).

1.2.1 Dans le sud des Monts du Lyonnais

Date	Station de mesure			
	Fontanès	Marcenod	Saint-Christo-en-Jarez	Saint-Héand
12.01.1979	-	-	-	Traces
30.11.1980	Congères	Congères	Congères	Traces
03.12.1980	-	-	-	40 cm
07.01.1981	-	-	Traces	Traces
23.01.1985	-	-	-	Traces
13.02.1990	30 cm	30 cm	30 cm	30 cm
21.02.1993	-	-	-	Traces
13.01.1994	-	-	-	48 à 52 cm
18.11.1996	Traces	Traces	Traces	Traces
11.01.1999	40 cm	40 cm	40 cm	40 cm
23.02.2004	Traces	Traces	Traces	Traces
25.01.2005	Traces	Traces	Traces	Traces
28.01.2006	Traces	Traces	Traces	Traces
24.01.2007	-	-	25 cm (Congères 80 cm)	Congères
21.03.2007	-	-	Congères	-
11.12.2008	30 cm	30 cm	30 cm	-

Tableau 4 : Evolution du manteau neigeux dans le sud des Monts du Lyonnais entre octobre 1979 et mars 2009 (LA GAZETTE SAINT-ETIENNE METROPOLE, LA TRIBUNE - LE PROGRES)

Beaucoup d'articles sur les difficultés de circulation nous ont permis de compléter les informations fournies par les espaces nordiques sur la hauteur de neige. Contrairement aux autres massifs du territoire d'étude, nous ne disposons pas de données suffisamment significatives sur le sud des Monts du Lyonnais. Les autres massifs sont plus étendus, plus élevés, traversés par des routes plus importantes. Malgré des pentes assez élevées, la pratique des sports d'hiver ne s'est pas développée en Pays du Gier du fait de l'altitude plus faible et de l'occupation agricole des sols. Il n'y a donc aucune valeur mesurée dans une station sur cette région.

1.2.2 Dans le Massif du Pilat

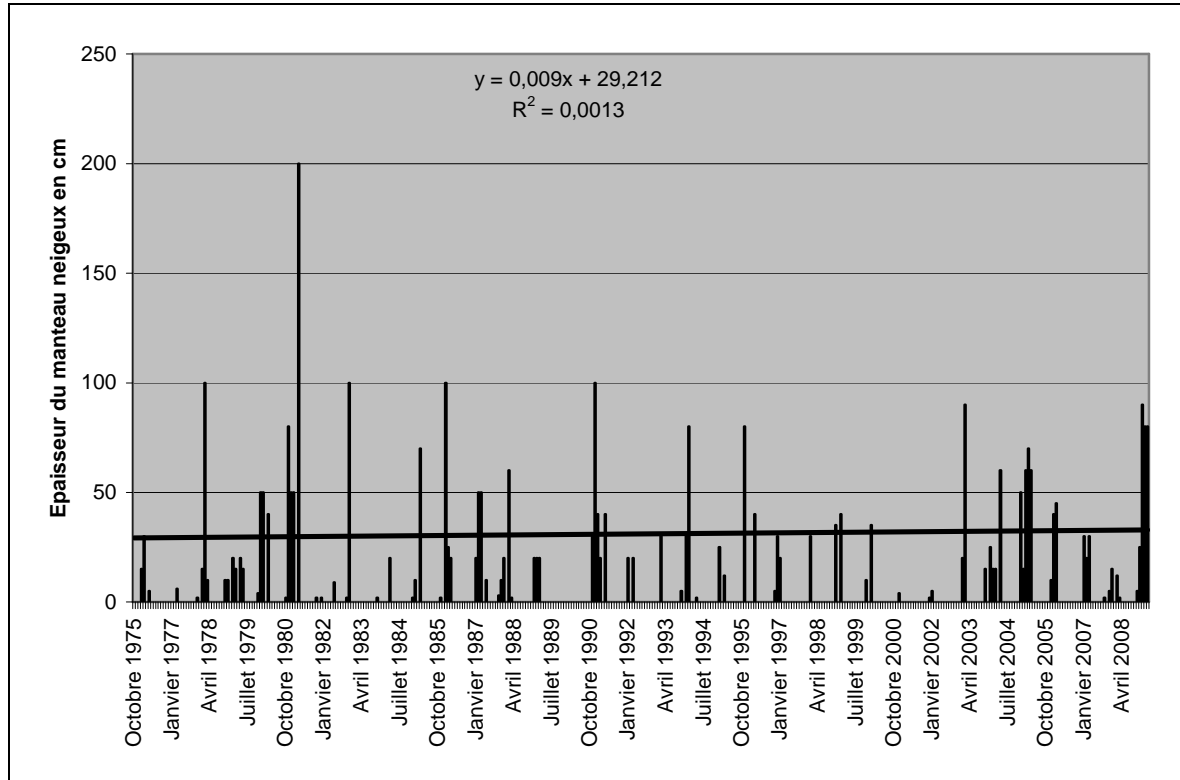


Figure 30 : Epaisseur maximale du manteau neigeux par mois sur le Massif du Pilat (Octobre 1975 – Mars 2009, LA GAZETTE SAINT-ETIENNE METROPOLE, LA TRIBUNE – LE PROGRES)

Les valeurs sont basées sur les communes du Bessat, de Burdignes, de Saint-Genest-Malifaux et de Tarentaise. 30 cm sont relevés au maximum sur le Massif du Pilat depuis octobre 1975. Cette valeur moyenne cache de très fortes irrégularités. Massif de moyenne montagne culminant à 1 432 mètres d'altitude, le Pilat connaît un enneigement extrêmement variable selon les mois mais aussi selon les années. L'épaisseur du manteau neigeux peut être exceptionnelle mais dépasse rarement le mètre. Il n'y a d'ailleurs que 14 mois où l'épaisseur a atteint 50 cm. L'enneigement est donc nettement insuffisant et aléatoire pour permettre d'assurer la ressource en eau au cours d'une année hydrologique. Si les cours d'eau issus du Massif du Pilat peuvent être temporairement influencés par la fonte des neiges, ce phénomène ne dépasse pas quelques jours et ils adoptent tous un régime pluvial (Dunières, Furan, Gier, Ondaine, Semène).

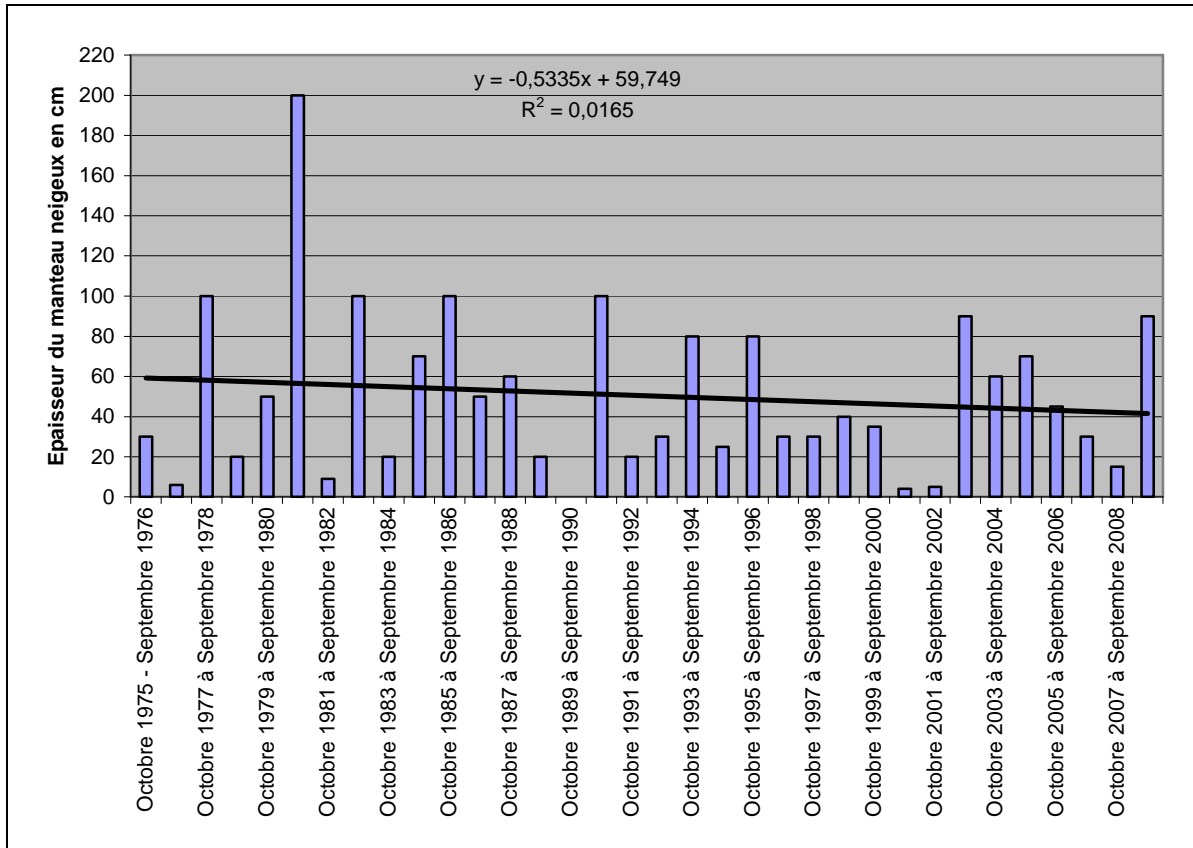


Figure 31 : Epaisseur maximale du manteau neigeux par année hydrologique sur le Massif du Pilat (Octobre 1975 – Mars 2009, LA GAZETTE SAINT-ETIENNE METROPOLE, LA TRIBUNE - LE PROGRES)

Si l'on considère l'enneigement maximum relevé au cours d'une année hydrologique, la tendance est plutôt à la baisse sur la période 1975-2009. Il n'y a qu'une année sur trois où l'enneigement atteint 60 cm. Ce type d'enneigement peut se produire jusqu'en avril mais les températures sont beaucoup trop élevées à cette période de l'année pour qu'il ne se maintienne. Nous assistons une année sur quatre à un enneigement très faible, inférieur à 20 cm, ne permettant pas la pratique des sports d'hiver. Ce type d'enneigement a un impact extrêmement limité sur la ressource en eau.

1.2.3 Dans les vallées du Furan, du Gier et de l'Ondaine

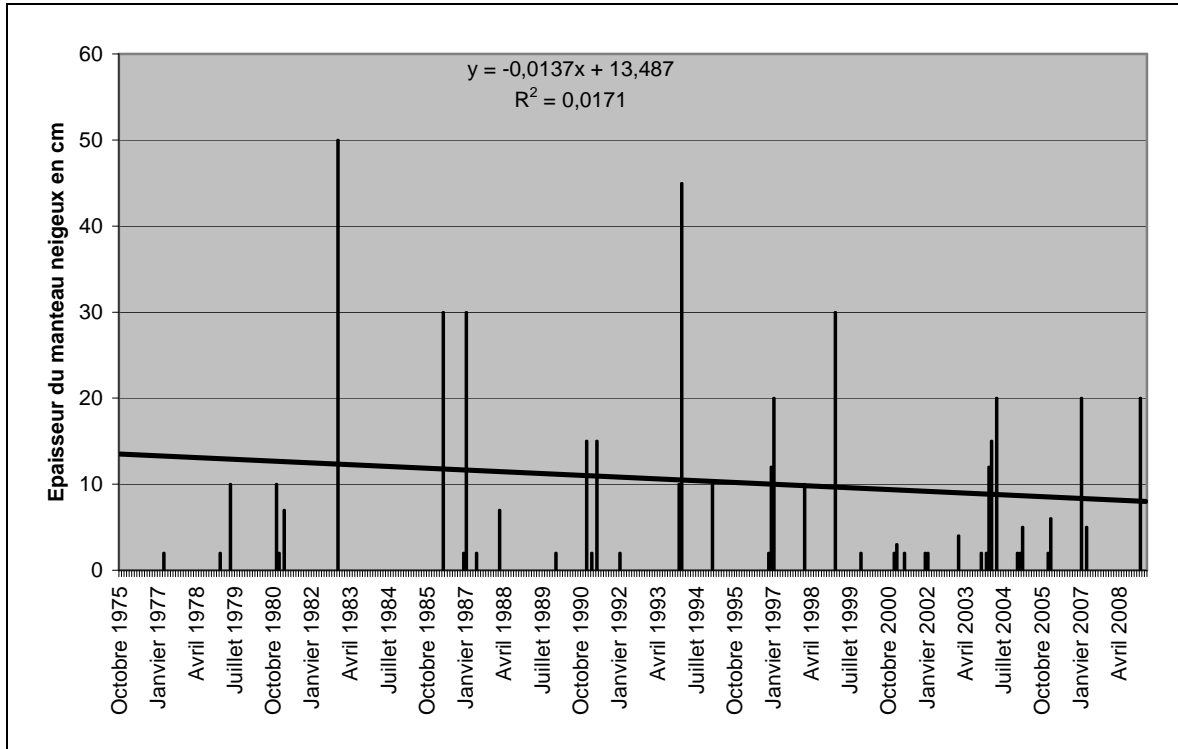


Figure 32 : Epaisseur maximale du manteau neigeux par mois dans les vallées du Furan, du Gier et de l'Ondaine (Octobre 1975 – Mars 2009, LA GAZETTE SAINT-ETIENNE METROPOLE, LA TRIBUNE - LE PROGRES)

En deçà de 800 mètres d'altitude, l'enneigement est souvent très faible, en tout cas très irrégulier. Il a même eu tendance à diminuer entre 1975 et 2009. Si les apports en eau augmentent, ils sont donc surtout pluvieux. Il y eut 5 mois où l'enneigement relevé a été supérieur ou égal à 30 cm, et nous n'avons pas assisté à un tel phénomène depuis dix ans. Il y a certes peu d'hiver sans neige mais l'impact de cette neige sur la ressource en eau est très faible. Cet enneigement ne concerne d'ailleurs quasi exclusivement que la période novembre – mars.

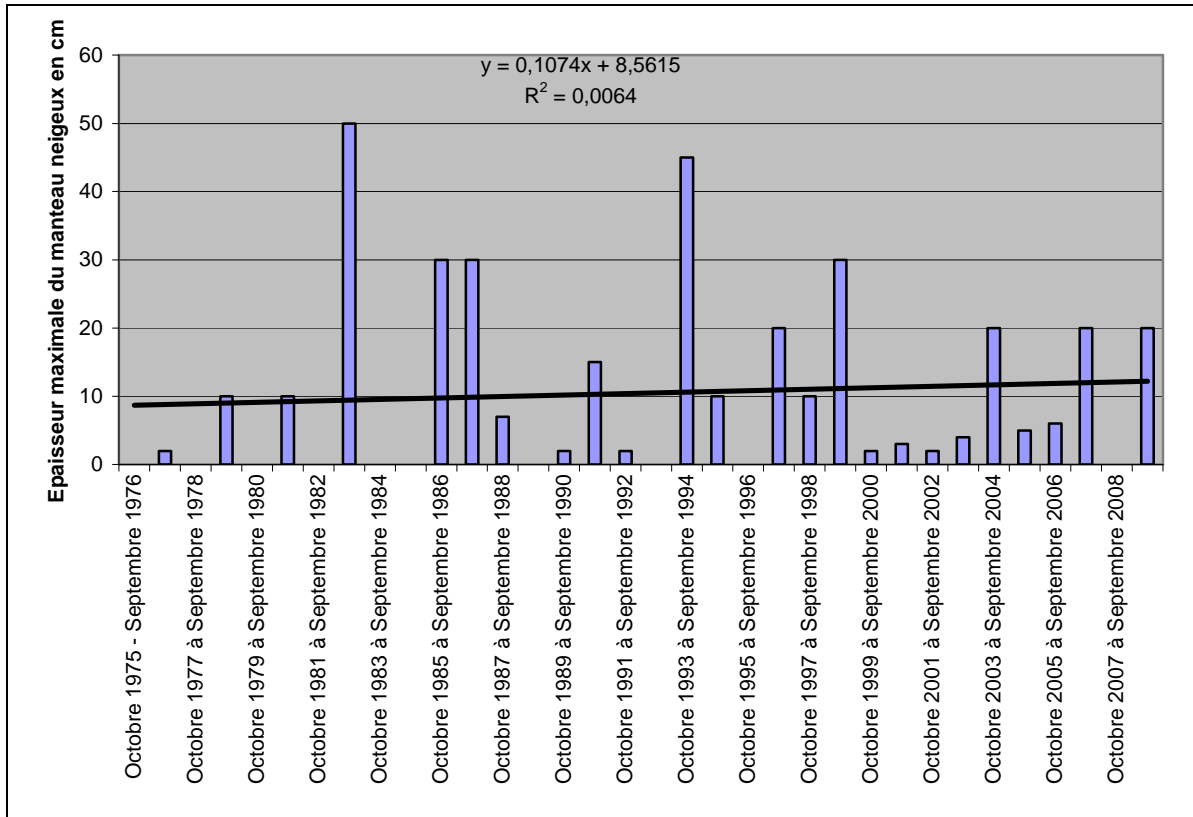


Figure 33 : Epaisseur maximale du manteau neigeux par année hydrologique dans les vallées du Furan, du Gier et de l'Ondaine (Octobre 1975 – Mars 2009, LA GAZETTE SAINT-ETIENNE METROPOLE, LA TRIBUNE - LE PROGRES)

Les neiges qui comptent véritablement dans le bilan de l'eau tombent ou se maintiennent au sol à partir de janvier. Si l'on regroupe les hauteurs maximales de l'enneigement par saison, nous arrivons à une tendance à l'augmentation. La neige est présente chaque saison depuis 1997 à l'exception de l'année hydrologique 2007-2008. La quantité est d'ailleurs souvent faible. Il n'y a pas eu de hauteur supérieure à 40 cm depuis 1993-1994 dans les vallées du Furan, du Gier et de l'Ondaine, en deçà de 800 mètres d'altitude. L'impact sur la ressource en eau est limité car cet évènement peut survenir une seule fois dans la saison.

1.2.4 Dans le S.I.C.A.L.A. « Antenne de Tence »

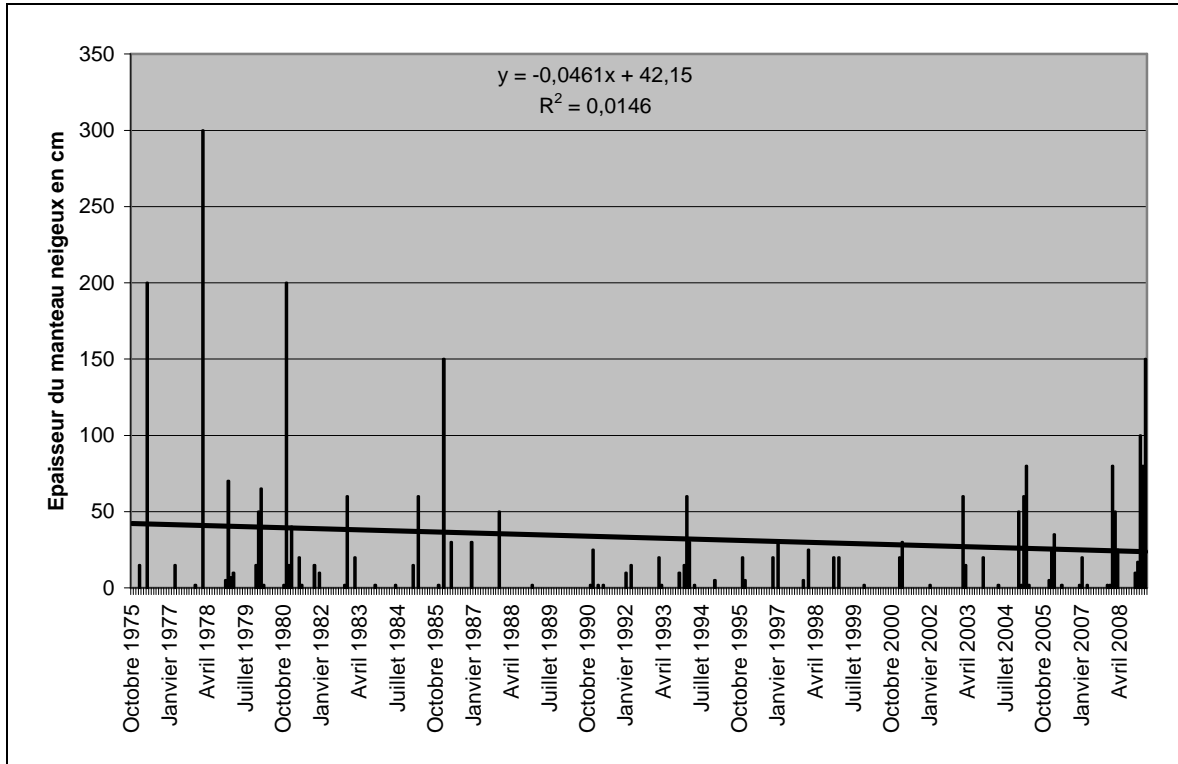


Figure 34 : Epaisseur maximale du manteau neigeux par mois dans le nord-est de la Haute-Loire (Octobre 1975 – Mars 2009, LA GAZETTE HAUTE-LOIRE, LA TRIBUNE - LE PROGRES)

Avant l'année hydrologique 2008-2009, les hauteurs très importantes de neige n'avaient plus été relevées depuis longtemps dans le nord-est de la Haute-Loire (Fay-sur-Lignon, Le Chambon-sur-Lignon, Monistrol-sur-Loire, Saint-Bonnet-le-Froid, Saint-Ferréol-d'Auroure, Yssingelais), à l'exception des congères. Nous sommes sur des territoires dont l'altitude est supérieure à 800 mètres. Si l'on prend en compte la situation de chaque mois de l'année depuis octobre 1975, la tendance est à la baisse. La neige est présente chaque saison mais l'épaisseur n'est pas très importante : elle dépasse rarement 50 cm. Le plateau de la Haute-Loire, parcouru par les Vallées de la Dunières, de la Semène et du Lignon est étendu. Les températures sont moins élevées que sur le sud du Département de la Loire (Bassins versants du Gier et de la Valencize notamment, voir figure n°36 page 66). Cela peut permettre de maintenir un manteau neigeux suffisant pendant le mois de mars, et donc d'alimenter un écoulement assez abondant pendant le printemps.

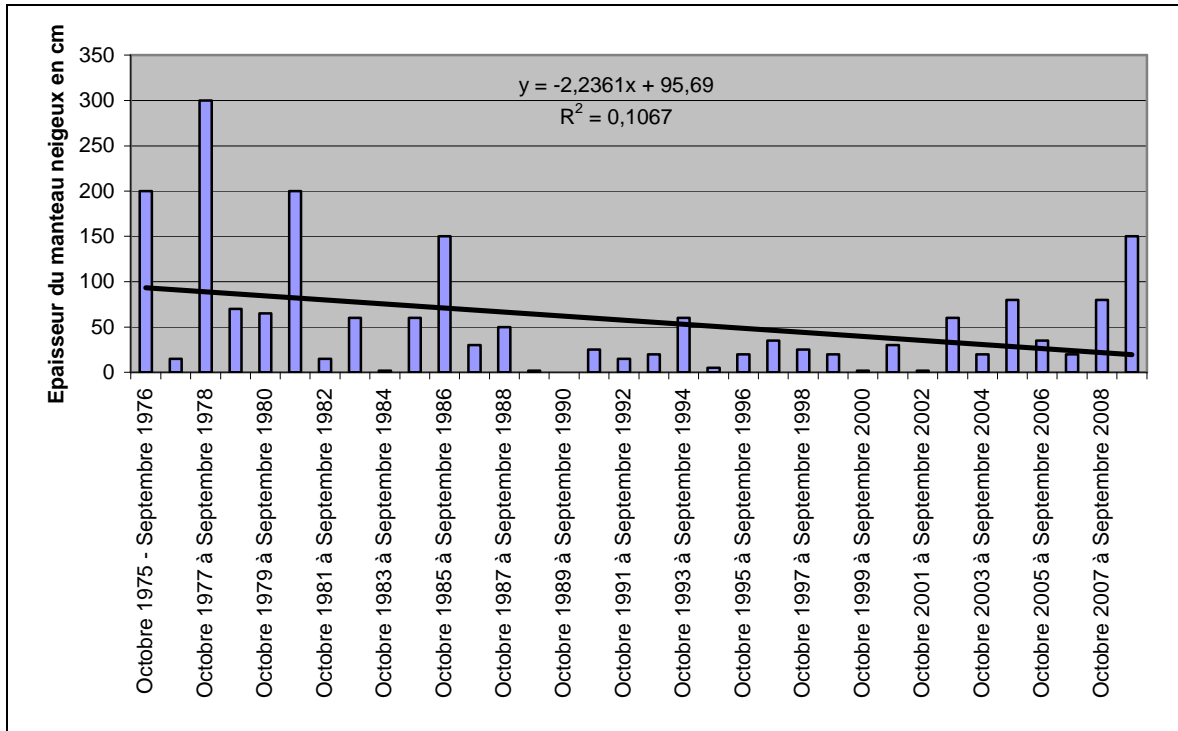


Figure 35 : Epaisseur maximale du manteau neigeux par année hydrologique sur le nord-est de la Haute-Loire (Octobre 1975 – Mars 2009, LA GAZETTE HAUTE-LOIRE, LA TRIBUNE - LE PROGRES)

Si l'on s'appuie sur les valeurs maximales relevées par saison sur le nord-est du Département de la Haute-Loire, la tendance à la baisse est très nette. Cependant des congères peuvent se produire. Comme il s'agit de l'enneigement maximum, et que nous ne disposons pas d'informations sur la durée, ni sur l'étendue spatiale du phénomène, il est difficile de connaître l'impact réel de ce type d'enneigement sur la ressource en eau.

Les précipitations augmentent de manière régulière avec l'altitude. Ce phénomène se produit à chaque saison. Les précipitations ont augmenté entre les périodes 1951-1980 et 1971-2000. L'augmentation est plus importante sur la Vallée du Gier et le Massif du Meygal. La Vallée de la Loire a connu une légère baisse des précipitations. En été, il y a une baisse de la pluviométrie sur le plateau pélussinois qui peut être source d'inquiétude.

La pluviométrie peut être très variable d'une année à l'autre. Elle est plus importante à la fin du printemps. L'enneigement peut s'étendre d'octobre à mai sur le Massif du Pilat et au nord-est du Département de la Haute-Loire. Il est limité à la stricte période hivernale dans le sud des Monts du Lyonnais.

Quelle est l'évolution des températures depuis la période 1951-1970 ? Comment sont-elles réparties dans l'espace ? Dépendent-elles aussi de l'altitude ?

Chapitre 2 : La température, un autre facteur influent sur la ressource en eau

La température est un facteur favorisant ou non l'évapotranspiration. Comme nous ne disposons que des données de températures moyennes mensuelles pendant les périodes 1961-1990 et 1971-2000, l'évolution entre les deux périodes ne peut traduire de tendance à long terme.

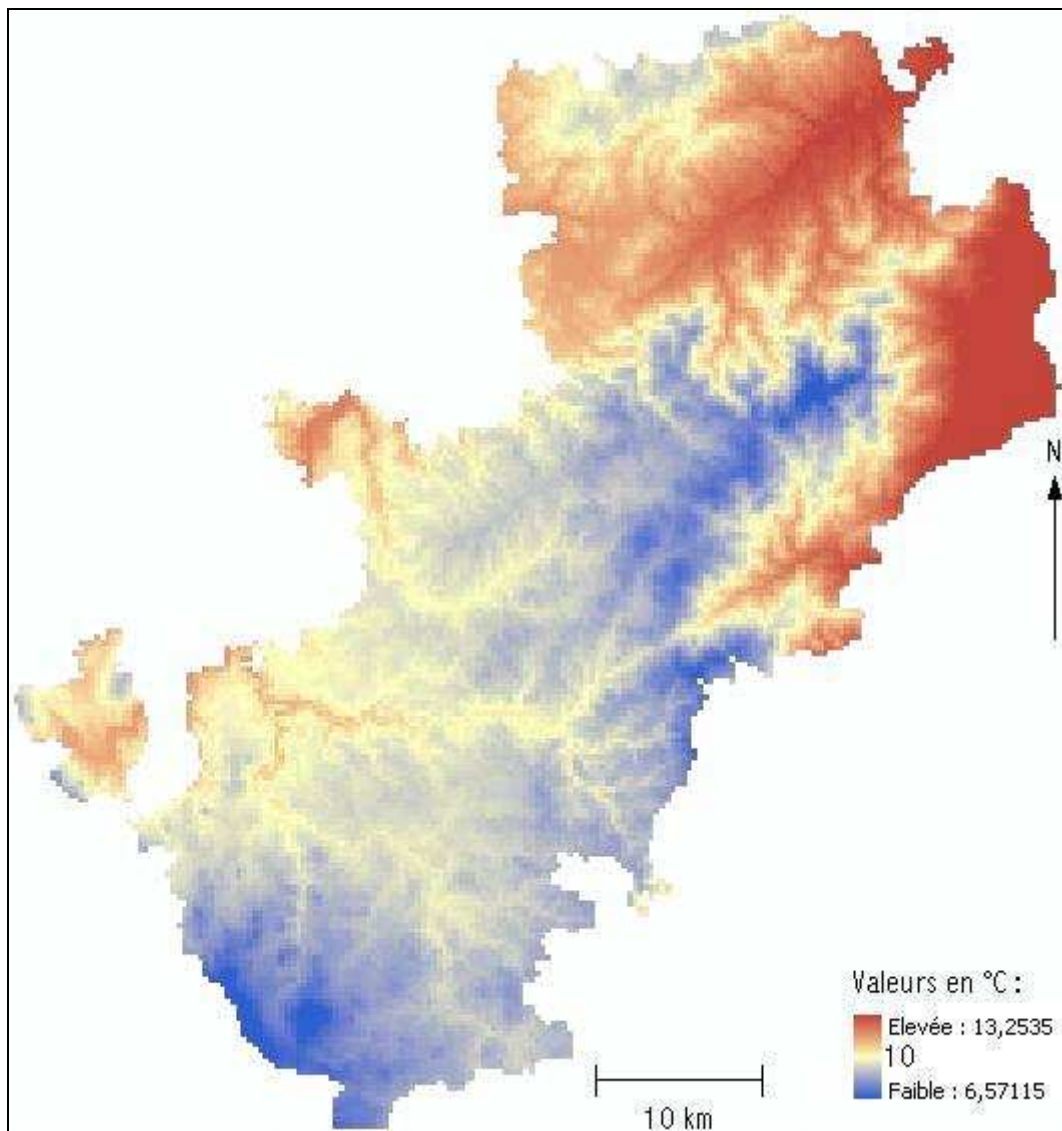


Figure 36 : Les températures moyennes annuelles sur le territoire d'étude - Normale 1971-2000 en °C (METEO-FRANCE)

Sur la figure n°36 page 66, nous avons tenu compte de l'isotherme annuel moyen 10°C qui est un des critères de détermination du climat montagnard. Les ¾ du territoire (74,9 %) sont soumis à une température moyenne annuelle inférieure à 10°C. Une très grande partie du Bassin versant du Gier, le plateau pélussinois, la basse Vallée de la Déôme et la Vallée de la Loire connaissent des températures moyennes annuelles supérieures à 10°C. Les températures les plus basses sont relevées sur le Massif du Pilat, la Chaîne des Boutières et le Massif du Meygal. L'altitude commande donc très bien la variation des températures moyennes annuelles.

Cela dit la différence d'altitude entre les Massifs du Meygal, du Lizieux et les rives de la Loire, qui est presque de 1 000 mètres, se traduit modérément dans l'évolution des températures annuelles.

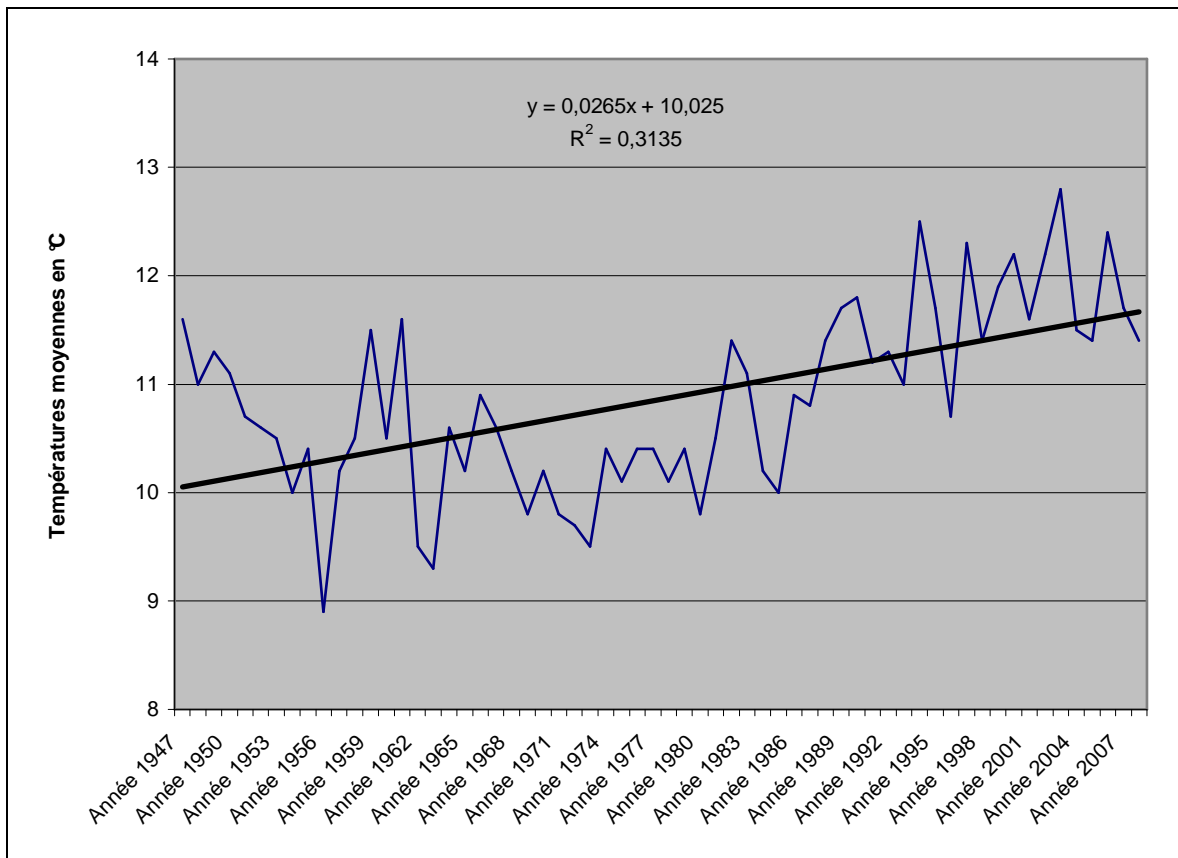


Figure 37 : Températures annuelles moyennes à Saint-Etienne Bouthéon entre 1947 et 2008 (METEO-FRANCE)

Malgré des variations interannuelles assez importantes (le coefficient de détermination n'est que de 0,3135 seulement), les températures ont augmenté de plus d'1,5°C en moyenne à Saint-Etienne Bouthéon entre 1947 et 2008. Depuis 1994, les

températures moyennes annuelles dépassent assez régulièrement 12°C à Saint-Etienne Bouthéon. C'est principalement pendant l'été que la température moyenne mensuelle a le plus augmenté. Pour le mois de juillet, on est passé de 18,6°C pour la période 1951-1980 à 19,6°C pour la période 1971-2000. Pour le mois d'août, on est passé de 18,3°C pour la période 1951-1980 à 19,5°C pour la période 1971-2000.

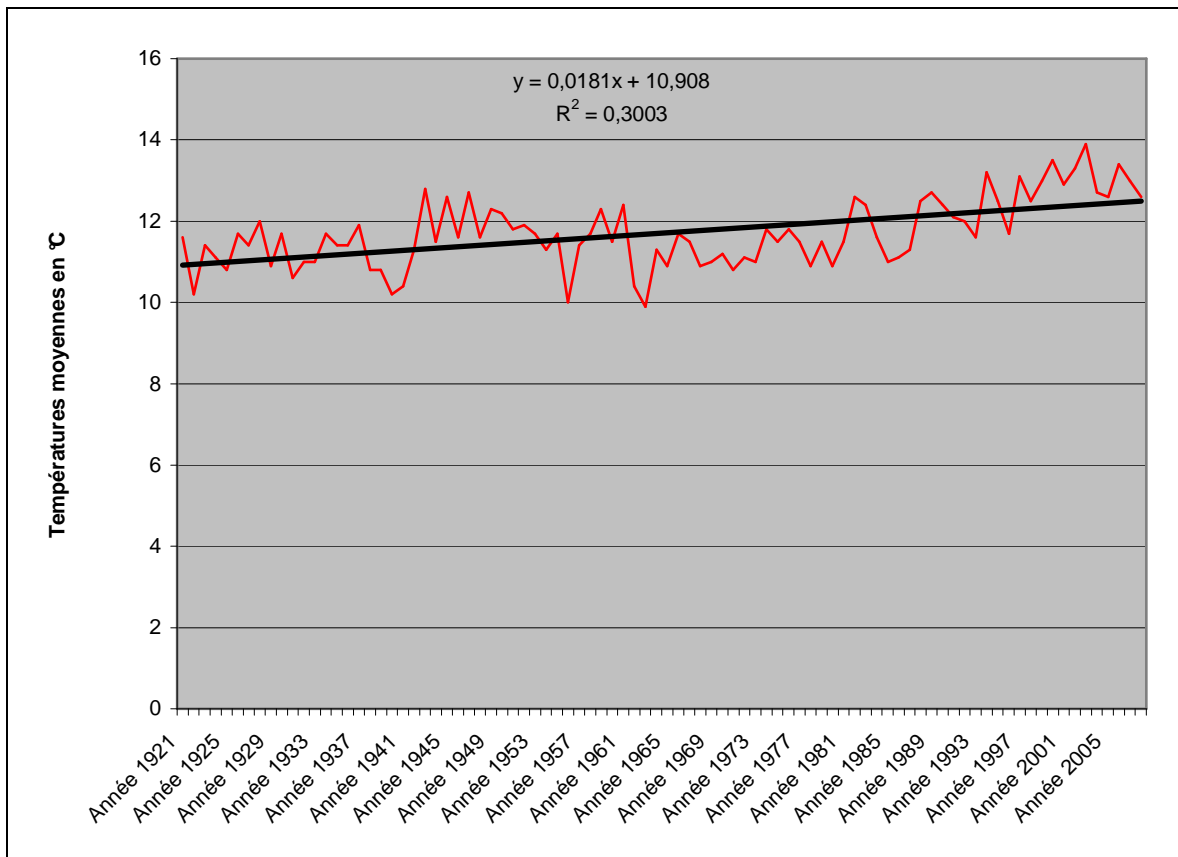


Figure 38 : Températures annuelles moyennes à Lyon Bron entre 1921 et 2008 (METEO-FRANCE)

La moyenne des températures annuelles relevées à Lyon-Bron pendant la période 1921-2008 est légèrement supérieure à la moyenne des températures annuelles relevées à Saint-Etienne Bouthéon pendant la période 1947-2008. L'altitude de l'aéroport de Bron est moins élevée que celle de l'aéroport stéphanois (200 contre 401 mètres). L'élévation est comparable. Sur la période considérée, nous pouvons distinguer trois tendances : de 1921 à 1942, une hausse des températures ; entre 1943 et 1963, une baisse puis une augmentation progressive jusqu'en 1990 avec des températures moyennes plus élevées en 1982-1983 et entre 1988 et 1990.

Les trois quarts du territoire connaissent des températures moyennes annuelles inférieures à + 10°C. La variation des températures est bien en relation avec les différents niveaux d'altitude. Sur le territoire d'étude, l'expression « gradient thermique » a même plus de sens que « gradient pluviométrique ». A Saint-Etienne et à Bron (Département du Rhône, hors zone d'étude), les températures ont augmenté depuis la première moitié du XX^{ème} siècle. Cette élévation s'est surtout produite en été. Quelles sont les influences des températures et des précipitations, deux paramètres météorologiques essentiels, sur l'évolution du niveau de la Réserve Utile ?

Chapitre 3 : L'évolution de la Réserve Utile sur l'ensemble du territoire d'étude pendant l'année hydrologique

Les précipitations mensuelles moyennes et les températures mensuelles moyennes pendant la période 1971-2000 constituent les données de référence pour le calcul de l'Evapotranspiration Potentielle, du Bilan Climatique (E.T.P. retranchée des précipitations) et la Réserve Utile par mois. Pour déterminer cette Réserve Utile et son évolution, nous avons considéré, de manière arbitraire, que la Réserve Utile Maximale était de 50 mm sur l'ensemble du territoire d'étude.

3.1 La méthode employée et ses limites

Les 73 sondages effectués à la tarière sur quatre bassins versants du Massif du Pilat ont démontré que la Réserve Utile était différente en fonction des types de sols et de la profondeur des sols. Les bassins versants concernés par ces sondages étaient l'Ecotay au C.P.I.E. de Marlhes, le Furan à l'amont du Barrage du Pas de Riot, le Ruisseau des Préaux à Bourg-Argental et la Valencize à Chavanay. Une détermination très précise de la Réserve Utile en tous points du territoire d'étude aurait été possible mais elle aurait demandé une excellente répartition des sondages et une très bonne connaissance des types de sols. Notre démarche a donc été limitée en raison :

- des caractéristiques du terrain (présence de nombreux aménagements artificiels, difficultés d'accès dues à la végétation, à la pente ou à la nature du terrain)
- des données disponibles (uniquement sur le territoire du Parc Naturel Régional du Pilat par le biais de l'Atlas du Parc)
- du temps pris pour la collecte des données (probablement plus d'un mois en continu)

La méthode utilisée présente aussi trois autres limites incontestables et qui tendent à relativiser les résultats produits :

- il n'y a que 11 stations de référence pour la période 1971-2000. Ces stations sont certes bien réparties dans l'espace mais la période considérée, sur trente ans, implique un coût non négligeable dans le recueil des informations.

- les données ont été recueillies sur un pas de temps mensuel. Le mois est probablement la période la plus adaptée pour la représentation cartographique de l'évolution de la Réserve Utile sur l'ensemble du territoire. Les données décadaires auraient permis d'avoir une idée plus précise de l'évolution de la Réserve Utile. Leur traitement aurait demandé un coût et du temps. Le résultat aurait aussi abouti à une interrogation de ce type : quelle valeur accorder, par exemple, à des résultats obtenus au cours de la première décade de juillet ou de la deuxième décade d'août ?
- le bilan est effectué pour chaque pixel sans prendre en compte l'écoulement de l'eau vers l'aval. Le module « Hydrologie » de l'extension « Spatial Analyst » d'ArcGIS 9.2 prend en compte cette notion d'écoulement et permet de déterminer la direction des flux à la surface. Si nous pouvons donc connaître la direction prise par chaque goutte qui tombe à la surface du sol, nous ne pouvons déterminer le volume écoulé en raison de l'absence d'information sur l'intensité pluviométrique et sur la capacité d'interception de l'eau par la végétation.

3.2 La Réserve Utile est surtout affectée pendant l'été

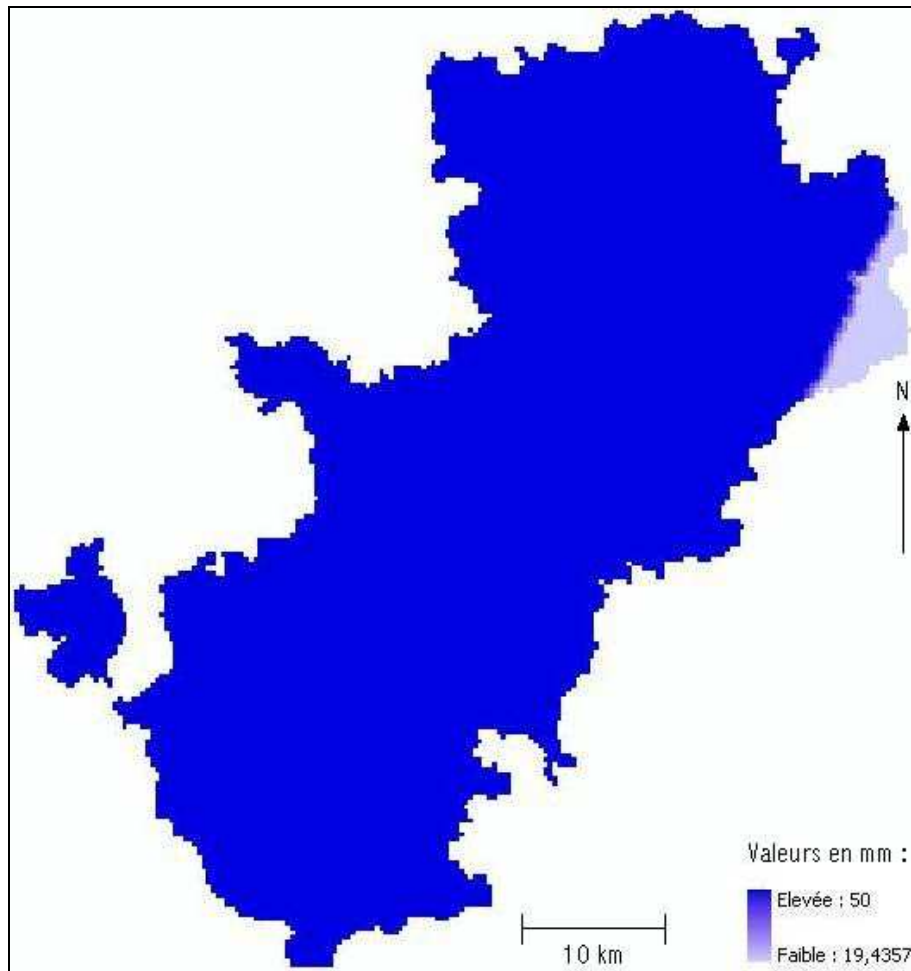


Figure 39 : Etat de la Réserve Utile en mai sur le territoire d'étude - Normale 1971-2000 en mm (METEO-FRANCE)

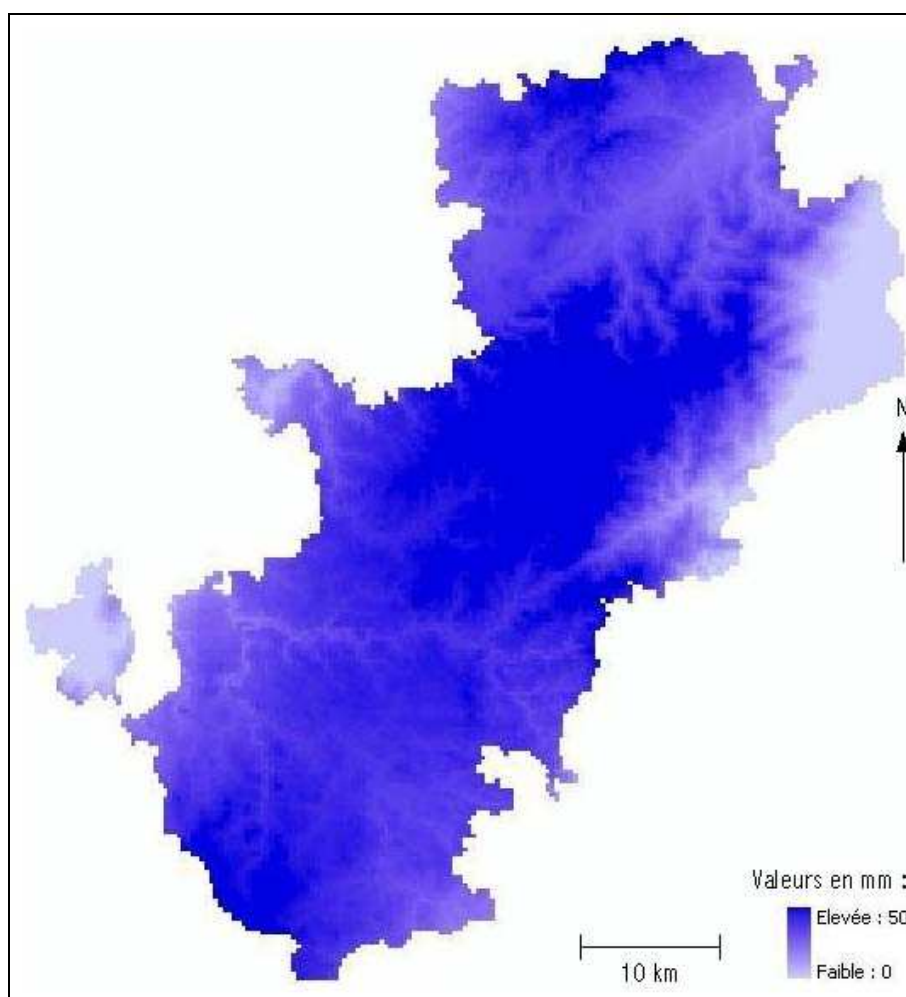


Figure 40 : Etat de la Réserve Utile en juin sur le territoire d'étude - Normale 1971-2000 en mm (METEO-FRANCE)

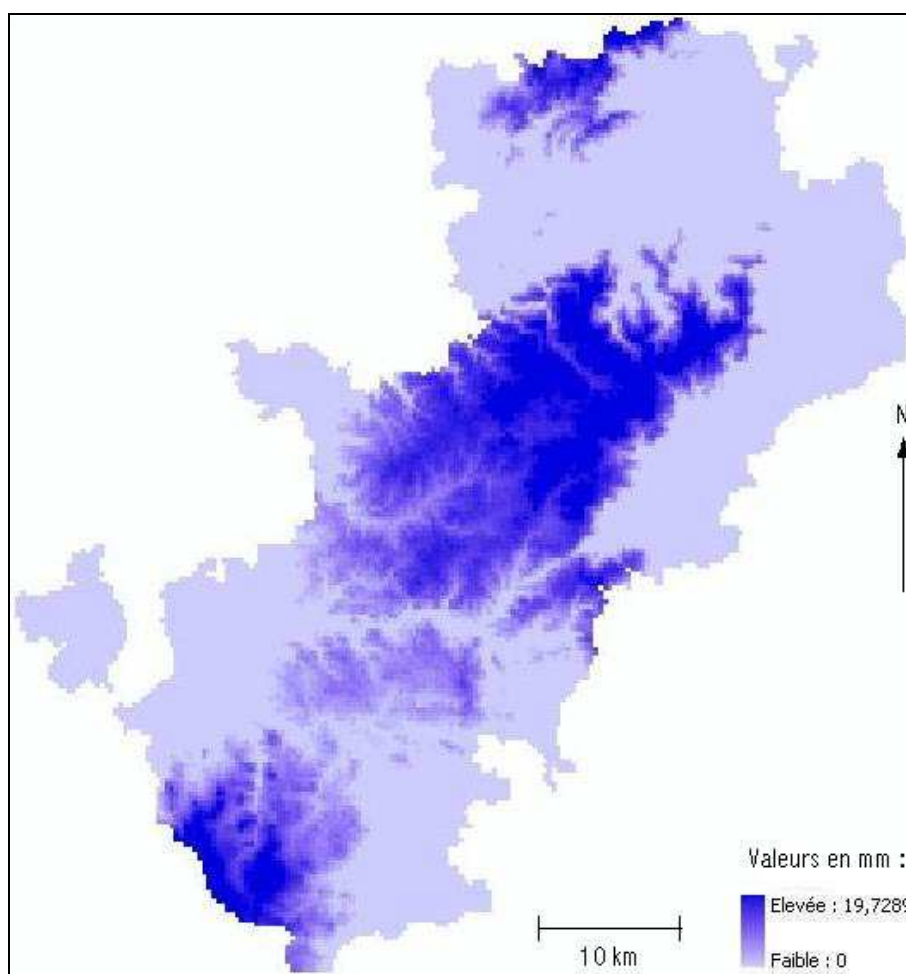


Figure 41 : Etat de la Réserve Utile en juillet sur le territoire d'étude - Normale 1971-2000 en mm (METEO-FRANCE)

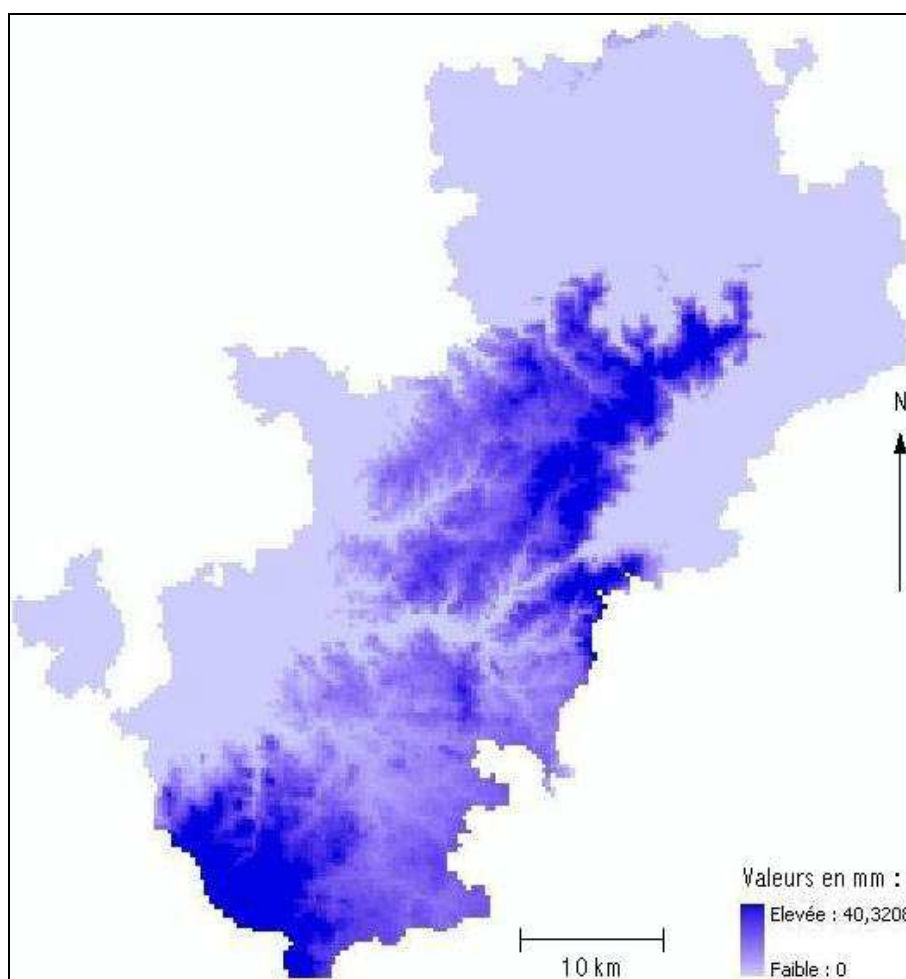


Figure 42 : Etat de la Réserve Utile en août sur le territoire d'étude – Normale 1971-2000 en mm (METEO-FRANCE)

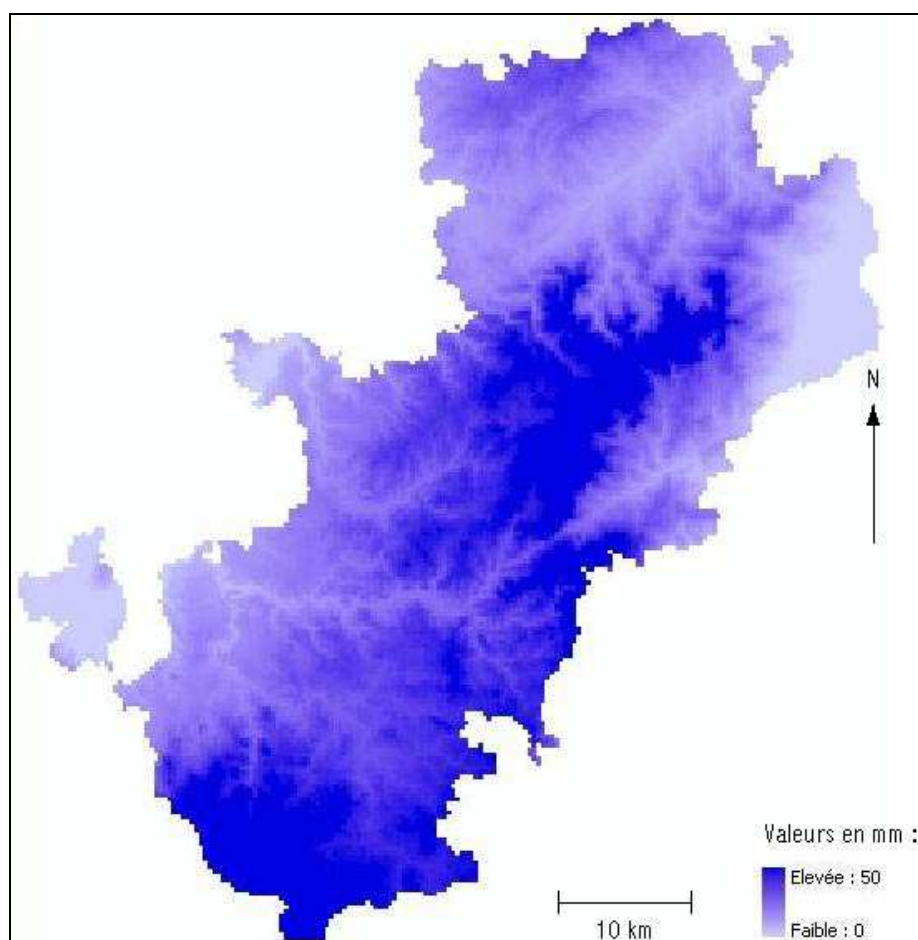


Figure 43 : Etat de la Réserve Utile en septembre sur le territoire d'étude – Normale 1971-2000 en mm (METEO-FRANCE)

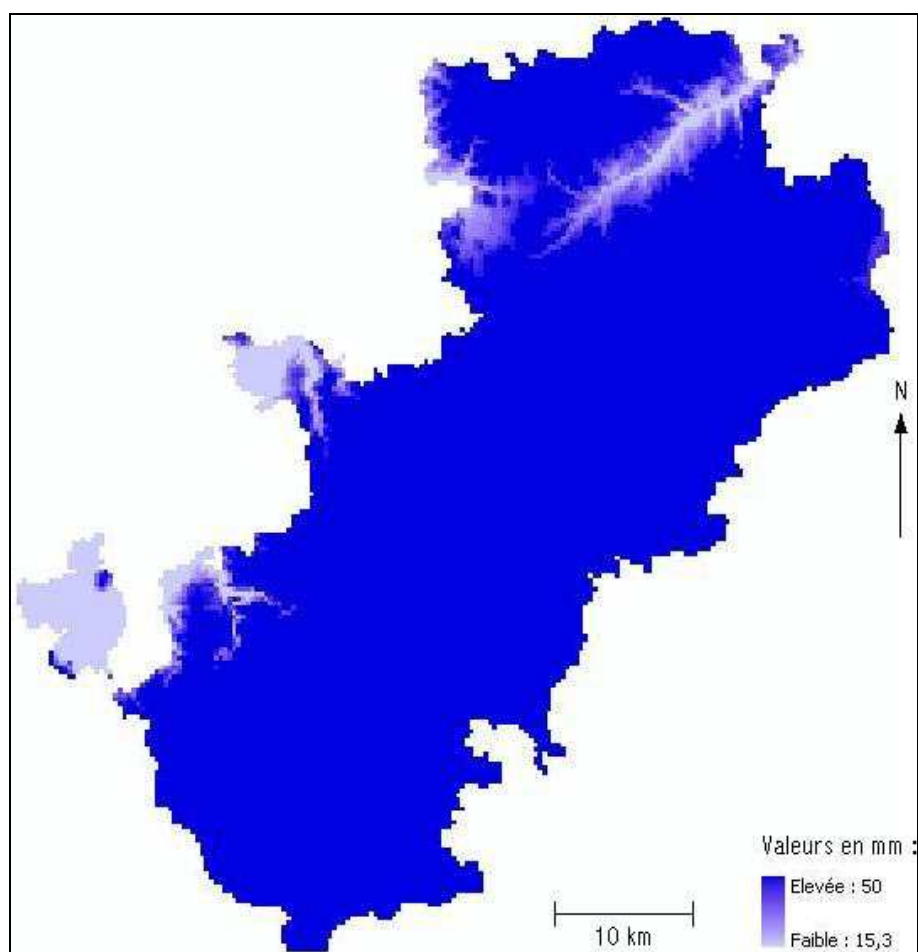


Figure 44 : Etat de la Réserve Utile en octobre sur le territoire d'étude – Normale 1971-2000 en mm (METEO-FRANCE)

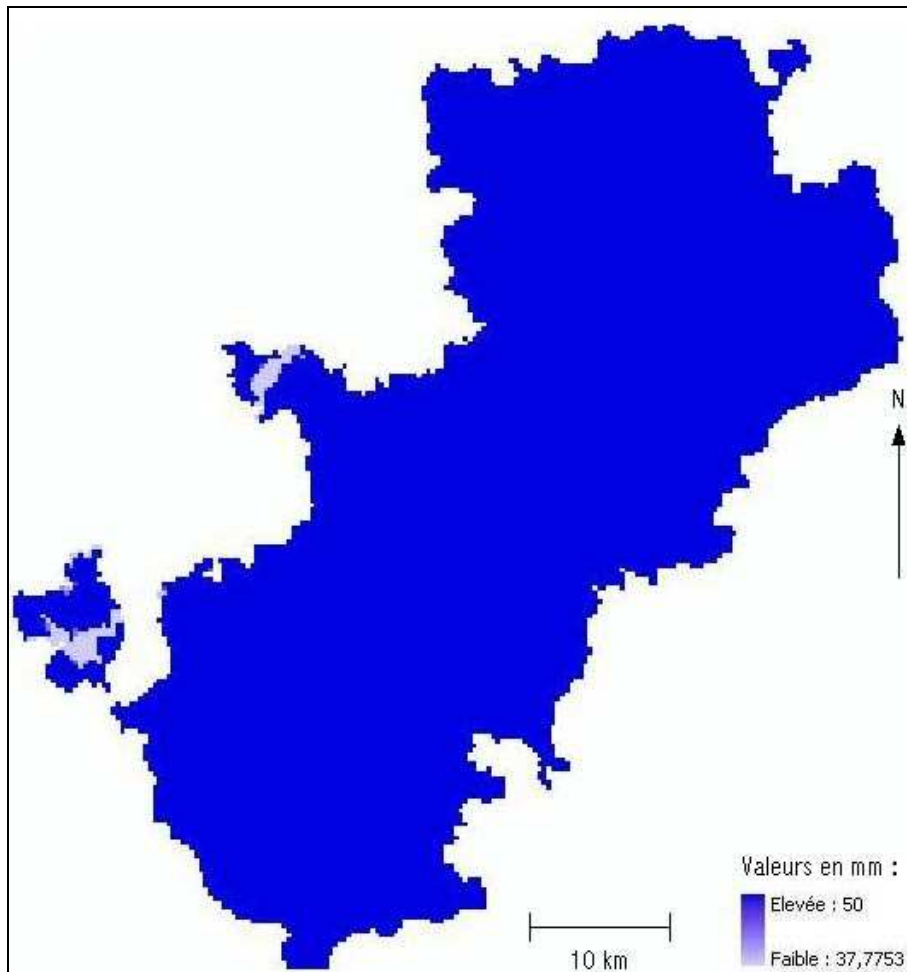


Figure 45 : Etat de la Réserve Utile en novembre sur le territoire d'étude – Normale 1971-2000 en mm (METEO-FRANCE)

Entre décembre et avril, soit pendant 5 mois sur 12, la Réserve Utile est au maximum sur le territoire d'étude. Les températures sont encore relativement peu élevées et les précipitations printanières apportent suffisamment d'eau pour satisfaire les besoins de la végétation. En mai, la Réserve Utile est saturée sur l'ensemble du territoire, à l'exception du plateau péluissinois et de la Vallée du Rhône. La valeur minimale y est de 20 mm environ.

Au cours du mois de juin, les températures augmentent par rapport aux mois précédents. La Réserve Utile est encore assez peu entamée. Environ 70 % du territoire conserve une Réserve Utile au maximum. Ce sont les zones d'altitude du Meygal, des Monts du Lyonnais et du Pilat, qui sont mieux pourvues en eau et soumises à des températures plus faibles. Les sols de la Vallée du Gier sont encore assez bien pourvus en eau, alors que les sols des vallées de la Déôme, de la Loire et du Rhône sont secs. Pour que

les sols de ces régions soient pourvus en eau, un excédent pluviométrique par rapport à la normale est nécessaire, sans que l'intensité des précipitations ne soit trop importante.

La Réserve Utile est la plus affectée pendant les mois de juillet et d'août. Heureusement, le cœur de la saison estivale n'est pas la période où les besoins en eau des plantes cultivées sont les plus importants. La Réserve Utile est épuisée sur 60 % du territoire environ. Elle n'atteint jamais 20 mm, d'autant plus lorsque l'on sait que les sols des hautes terres sont plutôt pauvres et minces. Les plateaux occidentaux du Massif du Pilat et le Mézenc sont encore pourvus en eau.

Malgré une altitude voisine de 900 mètres, les sols du sud des Monts du Lyonnais sont dépourvus d'eau, tout comme le plateau pélussinois, les vallées de la Déôme et de la Loire. Au sud de Saint-Etienne, les plateaux au-delà de 800 mètres d'altitude ont une réserve comprise entre 0 et 50 mm, alors que la Chaîne des Boutières (Grand Felletin, Pyfara), les massifs du Pilat et du Meygal ont retrouvé une Réserve Utile saturée.

En septembre, le taux de remplissage de la Réserve Utile est très variable en fonction de l'altitude. Les sols des Vallées de la Loire et du Rhône, aux altitudes les plus faibles, sont les moins bien pourvus en eau. La saison estivale est une saison sèche à tous points de vue. La Réserve Utile est déjà reconstituée au-delà de 1 000 mètres d'altitude, sur les massifs du Mézenc, du Pilat et sur le plateau du Chambon-sur-Lignon. Les apports pluviométriques ne sont pas « perdus » par évapotranspiration car les températures ne sont pas assez élevées sur ces régions.

En octobre, La Réserve Utile est quasiment intégralement reconstituée et saturée sur l'ensemble du territoire. Seuls les sols des Vallées du Gier (Châteauneuf, L'Horme, La Grand-Croix, Lorette, Rive-de-Gier, Saint-Chamond) et de la Loire (Aurec-sur-Loire, Retournac) n'ont pas retrouvé une capacité en eau optimale. Il s'agit toutefois de secteurs où les sols ont été très imperméabilisés et nous sommes au début de l'année hydrologique. En novembre, seules 2 communes sur 92 ont une Réserve Utile qui n'est pas encore au niveau maximum (Aurec-sur-Loire et Retournac). Compte tenu de tous les éléments méthodologiques précisés plus tôt, nous pouvons considérer que novembre est bien au cœur de l'hiver hydrologique.

3.3 Le Déficit Hydrique est surtout important pendant l'été

La méthode employée pour construire les cartes du Déficit Hydrique est comparable à celle utilisée pour déterminer la Réserve Utile. Le pas de temps est aussi mensuel et les limites relevées pour la méthodologie de construction des cartes sur la Réserve Utile valent aussi dans ce cadre-là.

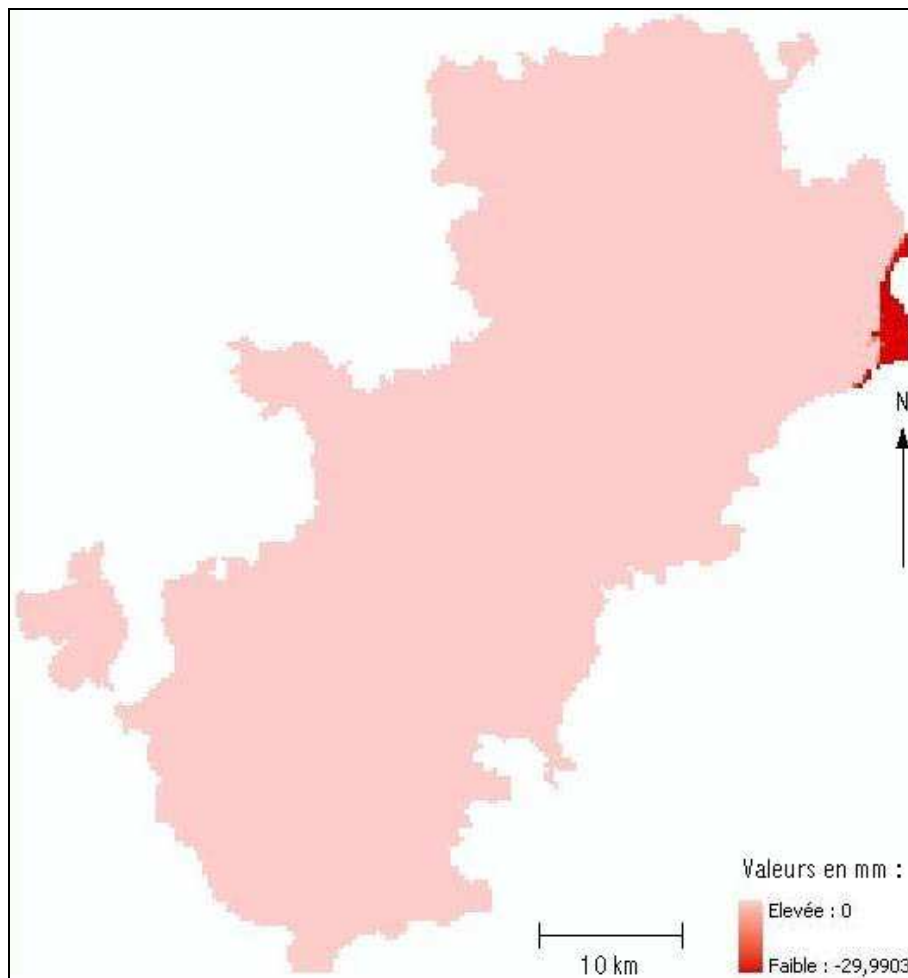


Figure 46 : Etat du Déficit Hydrique en juin - Normale 1971-2000 en mm (METEO-FRANCE)

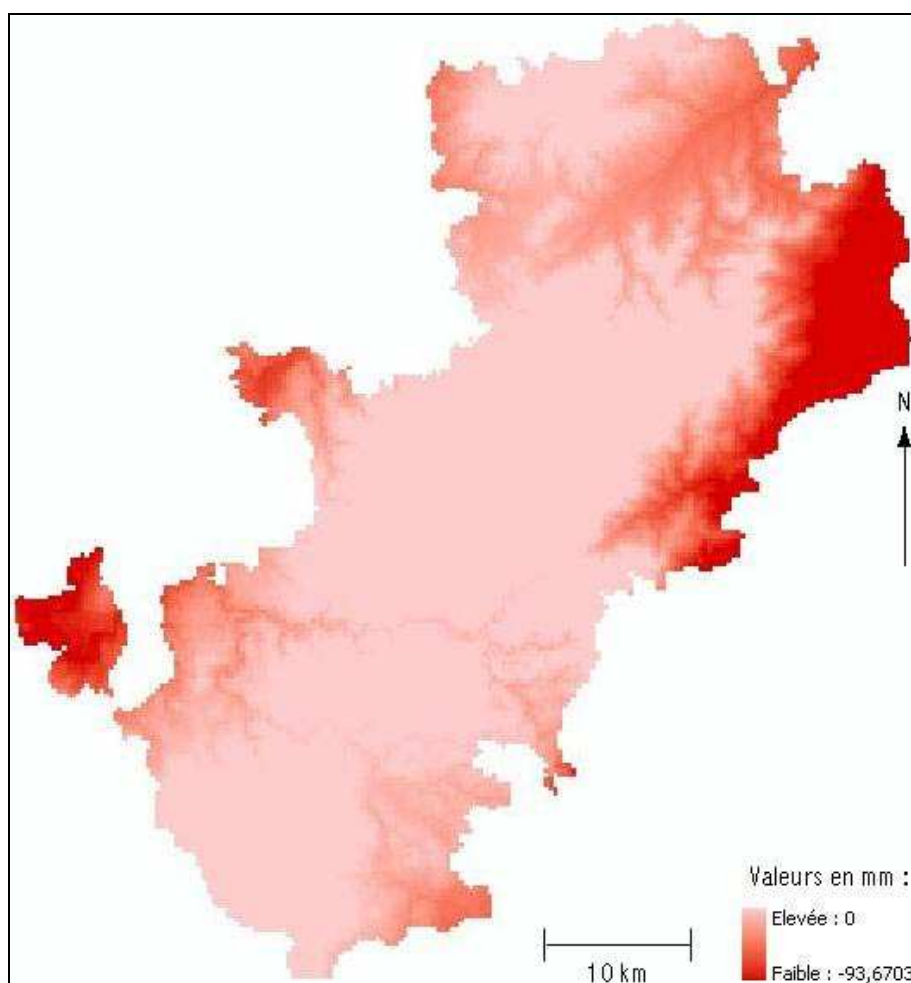


Figure 47 : Etat du Déficit Hydrique en juillet - Normale 1971-2000 en mm (METEO-FRANCE)

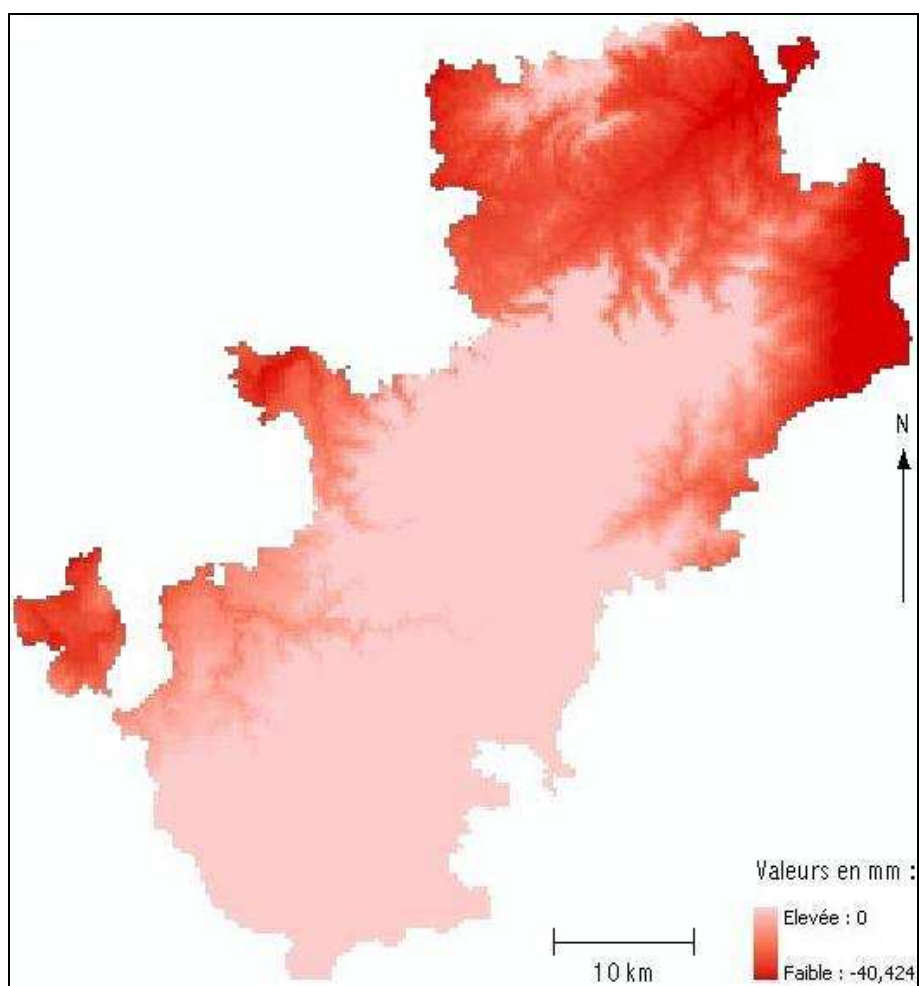


Figure 48 : Etat du Déficit Hydrique en août - Normale 1971-2000 en mm (METEO-FRANCE)

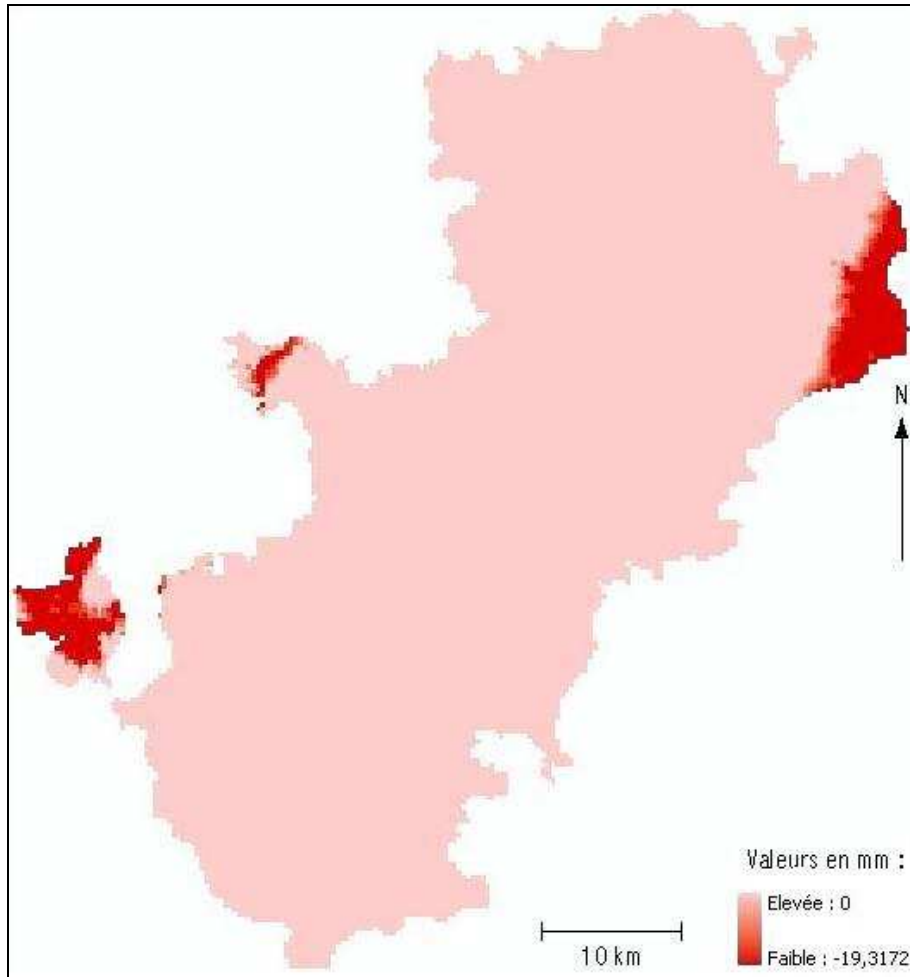


Figure 49 : Etat du Déficit Hydrique en septembre - Normale 1971-2000 en mm (METEO-FRANCE)

En juin, le Déficit Hydrique est uniquement creusé sur la Vallée du Rhône et ne concerne que quelques communes, à forte pente, qui ont consacré depuis longtemps leurs terres à la viticulture : Chavanay, Malleval, Saint-Michel-sur-Rhône, Saint-Pierre-de-Bœuf et Véranne. En deçà de 30 mm et avec ce type de culture, le déficit n'est absolument pas significatif.

En juillet, le Déficit Hydrique prend des proportions plus importantes qu'en juin (40 mm contre 30 mm). Surtout, il s'étend désormais à tout le plateau péluissinois, à la Vallée de la Loire où il dépasse 30 mm. Il concerne aussi la Vallée du Gier, la basse Vallée de la Semène et la Chaîne des Boutières, à hauteur de 20 mm maximum.

Au mois d'août, le Déficit Hydrique atteint des valeurs comparables à juillet, c'est-à-dire 40 mm. Le Déficit s'étend par contre clairement à l'ensemble du Bassin versant du Gier, en plus des Vallées de la Loire et du Rhône. A l'exception du Bassin versant du Gier, les terrains situés au-delà de 800 mètres d'altitude ne connaissent pas de déficit pendant l'année. Il n'est pas surprenant de trouver de nombreux systèmes d'irrigation parmi les

vergers des plateaux pélussinois et de Cellieu, car le Déficit Hydrique peut se produire pendant plusieurs mois consécutifs sur ces régions.

Au mois de septembre, le Déficit Hydrique n'atteint pas 20 mm. Compte tenu des nombreux aléas possibles et des écarts par rapport à la normale 1971-2000, cette valeur de 20 mm n'est pas très significative. Ce sont les secteurs les moins élevés qui connaissent ce déficit, soit les communes d'Aurec-sur-Loire et de Retournac dans la Vallée de la Loire, le plateau pélussinois et la Vallée du Rhône.

Si l'on considère que la capacité de rétention en eau des sols est de 50 mm en tous points du territoire, la Réserve Utile est alors saturée entre début décembre (voir novembre) et fin avril. Elle est soumise à la demande en eau la plus forte au cœur de la saison estivale. Elle n'est pas épuisée sur les hauts plateaux et les plus hauts sommets du territoire d'étude. Le Déficit Hydrique, qui constitue le manque d'eau non satisfait par la Réserve Utile, n'est jamais supérieur à 40 mm. Il peut cependant concerner le plateau pélussinois et les communes de la Vallée du Rhône pendant quatre mois consécutifs.

Qu'en est-il maintenant à l'échelle des différents bassins versants de la zone d'étude ?

Chapitre 4 : Le bilan par bassin versant

Le territoire est aussi analysé selon plusieurs bassins versants de référence : la Déôme à l'amont de Saint-Julien-Molin-Molette, la Dunières à l'amont de Pont-Salomon, le Gier à l'amont de Rive-de-Gier, la Semène à l'amont de Saint-Didier-en-Velay, la Valencize à l'amont de Chavanay. Il s'agit de cinq bassins versants de taille comparable et dont les enjeux en termes de préservation de la ressource en eau sont très différents mais essentiels. Nous aurions pu nous intéresser à d'autres bassins versants, comme le Furan à Andrézieux-Bouthéon ou le Lignon à Yssingeaux. Dans le premier cas, il s'agit d'un bassin versant très urbanisé. Dans le deuxième cas, le Bassin versant du Lignon dépasse notre cadre territorial.

Le Bassin versant de la Déôme à Saint-Julien-Molin-Molette.

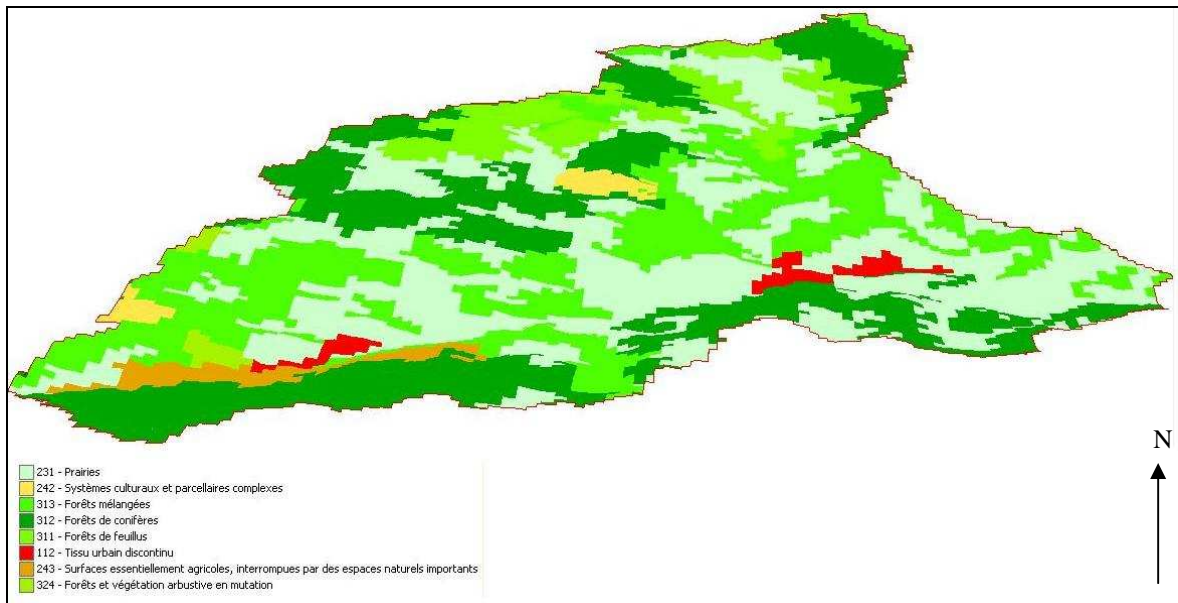


Figure 50 : L'occupation du sol du Bassin versant de la Déôme à Saint-Julien-Molin-Molette d'après Corine Land Cover (I.F.EN., 2000)

La Déôme prend sa source au pied du Col du Tracol (1 030 mètres d'altitude), qui sépare les Départements de la Loire et de la Haute-Loire. La superficie du bassin versant est de 160 km². La longueur du cours d'eau est de 29,2 km et la pente moyenne est de

2,9 %. La rivière a pour principaux affluents l'Argental, la Bétonnière, la Paraine, le Riotet et le Ternay. Elle se jette à Annonay dans la Cance, un affluent du Rhône. La Déôme arrose Saint-Sauveur-en-Rue, Bourg-Argental et Saint-Julien-Molin-Molette, et traverse une vallée qui a contribué à faire tourner un certain nombre d'industries. La Vallée de la Déôme est en léger déclin démographique. Son bassin versant ne possède pas d'agriculture et d'industrie particulièrement dynamique. La forêt, qu'elle soit constituée de plantations ou non, reprend peu à peu du terrain.

Le Bassin versant de la Dunières à Sainte-Sigolène.

La Dunières prend aussi sa source sur les plateaux du Pilat, sur la commune de Saint-Régis-du-Coin à 1 112 mètres d'altitude. Elle se jette dans le Lignon aux Villettes à 524 mètres d'altitude. La longueur du cours d'eau est de 41 km, avec une pente moyenne de 1,4 %. La superficie du bassin versant est de 228 km². Avant son entrée dans le village altiligérien de Riotord, elle s'appelle Dunerette. Comme le Gier après Saint-Chamond, le profil de la rivière est différent en aval de la rupture de pente au pied du Pilat et de la confluence avec le ruisseau du Saint-Meyras. Réputée de bonne qualité, la Dunières est une rivière d'élevage piscicole important, comme la Semène. Elle traverse des bourgs industriels anciens, en voie de reconversion et de revitalisation économique.



Photo 5 : La Dunières à Duby, vue vers l'aval (Y. BENMALEK, 30.04.2005)

Le Bassin versant du Gier à Rive-de-Gier.

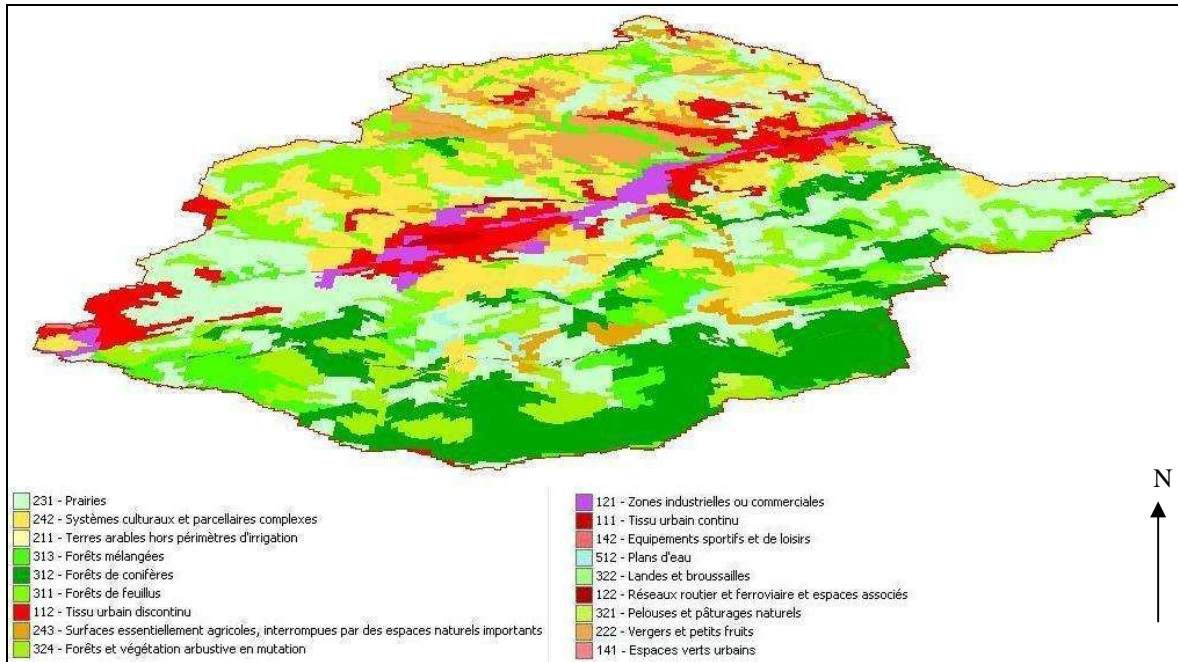


Figure 51 : L'occupation du sol du Bassin versant du Gier à Rive-de-Gier d'après Corine Land Cover (I.F.EN., 2000)

Le Bassin versant du Gier a une superficie de 425 km². La longueur du cours d'eau est de 44 km. La pente moyenne du cours d'eau est de 2,6 %. Essentiellement agricole, le Bassin versant du Gier à Rive-de-Gier s'étend de Saint-Etienne au Département du Rhône, des crêtes du Jarez au nord aux sommets du Pilat au sud. Il s'articule autour d'un corridor urbain et de deux pôles économiques : Saint-Chamond et Rive-de-Gier. Les forêts du Pilat s'opposent aux nombreux vergers du Jarez.

Le Bassin versant de la Semène à Saint-Didier-en-Velay (Le Crouzet).

Le Bassin versant de la Semène est partagé entre les Départements de la Loire et de la Haute-Loire. Sa superficie est de 155 km². La Semène prend sa source dans les bois de la Verrière à 1 120 mètres d'altitude et se jette dans la retenue de Grangent à Aurec-sur-Loire, au lieu-dit Semène, à 430 mètres d'altitude. Sa longueur est de 47 km. Elle a pour principaux affluents le Barret, le Crozes, l'Ecotay, la Genouille et le Maboeuf. Avant le Barrage des Plats, la pente moyenne est de 0,6 % contre 2 % après l'ouvrage. La pente moyenne du cours d'eau est de 1,6 %. Elle traverse des régions peu vallonnées et serpente

entre forêt de conifères, bourgs et agriculture extensive, avant de traverser un secteur de gorges forestières, comme la Dunières et le Lignon.

Il y a 13 000 habitants sur le bassin versant. Les aménagements ont été nombreux à l'amont du Barrage des Plats, avec de nombreuses prairies marécageuses assainies pour les besoins de l'agriculture. La Semène, tout au long de son parcours, mêle toutes les utilisations possibles et historiques de l'eau, ce qui en fait un cours d'eau tant prisé que fragile, surtout en été.



Photo 6 : Seuil sur la Semène à Pont-Salomon (Y. BENMALEK, 24.04.2005)

La photo n°6 page 88 représente l'opposition entre un espace saturé par l'urbanisation et une rivière sensible aux fortes précipitations. Les nouvelles constructions sont établies en hauteur mais il reste un héritage à assurer autour du cours d'eau principal : les anciennes installations industrielles. On passe alors d'une logique d'un cours d'eau « fournisseur de ressource » à une logique d'un cours d'eau « contrainte » par le risque d'inondation. Cette situation se produit dans l'ensemble des fonds de vallée industriels de la région. La qualité de l'eau de la Semène est régulièrement altérée.

Le Bassin versant de la Valencize à Chavanay.

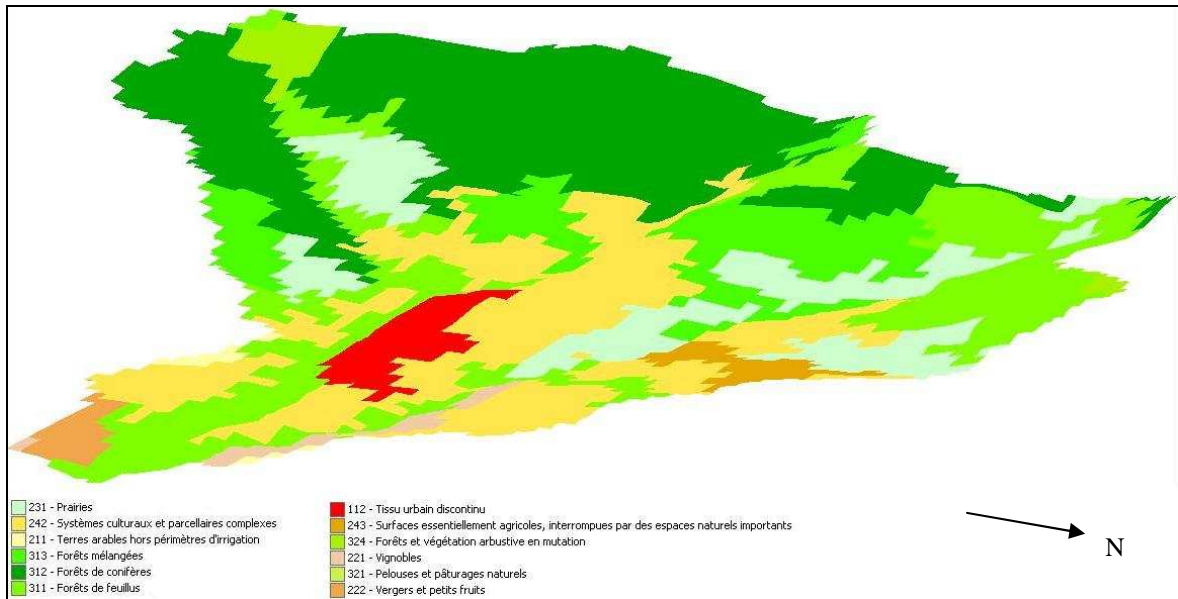


Figure 52 : L'occupation du sol du Bassin versant de la Valencize à Chavanay d'après Corine Land Cover (I.F.EN., 2000)

La Valencize est un affluent du Rhône. La superficie du bassin versant est de 36 km². Né sur les pentes du Crêt de l'Oeillon, ce cours d'eau adopte comme les autres un profil torrentiel mais son histoire est liée aux ateliers du Pélussinois. Le Régrillon, affluent de la Valencize, rejoint le cours d'eau principal quasiment à la confluence avec le Rhône, à Chavanay. Le profil du cours d'eau est très irrégulier, entre les pentes du Pilat, le plateau pélussinois et les ravins rhodaniens. Le cours d'eau est ressource uniquement sur le deuxième tronçon de son profil.

Les bassins versants de la Dunières à Sainte-Sigolène et de la Semène à Saint-Didier-en-Velay sont situés sur deux départements : la Loire et la Haute-Loire. En raison de ce découpage administratif, qui s'est traduit par deux fichiers différents, nous ne sommes pas parvenus à effectuer une représentation en 3D des deux bassins versants. La cartographie Corine Land Cover 2000 des deux bassins versants de la Dunières et de la Semène est présentée en pages 455 et 470.

4.1 Le diagramme ombrothermique par bassin versant

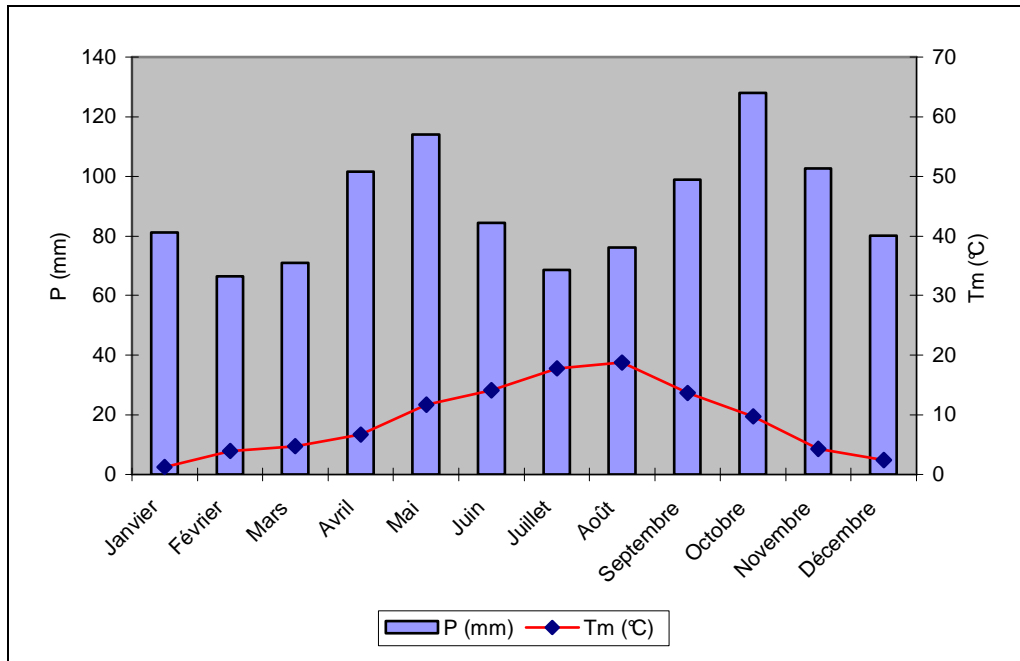


Figure 53 : Diagramme ombrothermique du Bassin versant de la Déôme à Saint-Julien-Molin-Molette, Normale 1971-2000 (METEO-FRANCE)

Le maximum des précipitations sur le Bassin versant de la Déôme est relevé en octobre. Avec plus de 120 mm, le mois d'octobre est le plus arrosé, devant le mois de mai. Ceci témoigne des influences méditerranéennes qui dominent sur ce bassin versant situé sur le versant ardéchois du Massif du Pilat. Les précipitations sont plus faibles au cœur de l'hiver et au cœur de l'été. Les températures moyennes mensuelles sont très légèrement supérieures à 0°C à la fin de l'automne et au début de l'hiver, ce qui est la preuve des influences montagnardes. Les plus hautes altitudes de ce bassin versant dépassent 1 400 mètres.

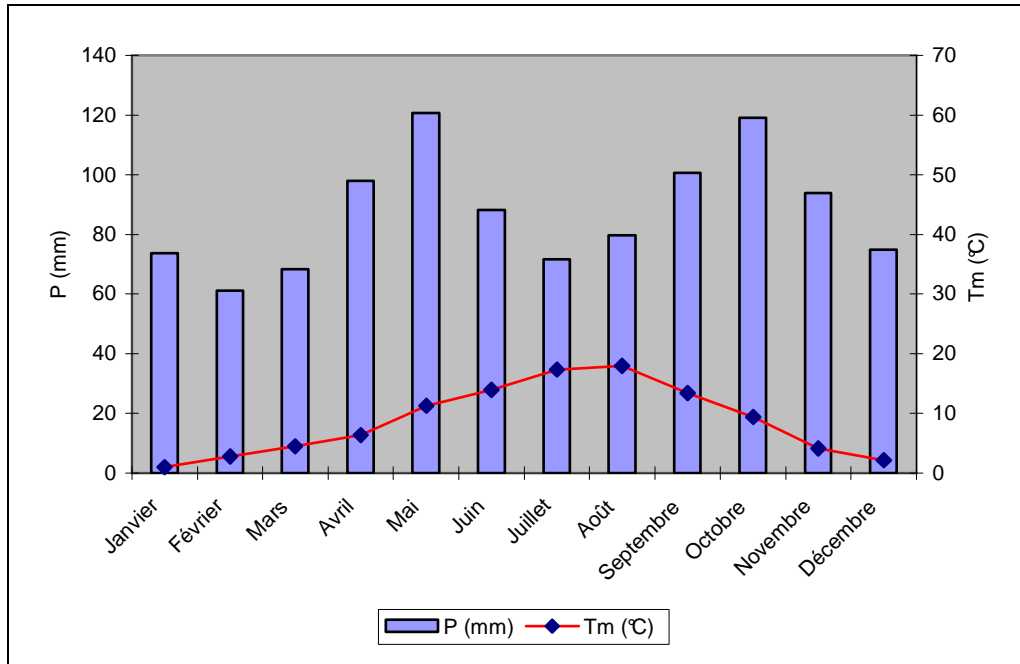


Figure 54 : Diagramme ombrothermique du Bassin versant de la Dunières à Sainte-Sigolène, Normale 1971-2000 (METEO-FRANCE)

Sur le Bassin versant de la Dunières à Sainte-Sigolène, il y a deux périodes où les précipitations sont les plus importantes : le printemps et l'automne. Elles sont plus faibles au cœur de l'hiver et en été. Le Bassin versant de la Dunières est soumis aux influences océaniques. Malgré des températures moyennes proches de 0°C, qui lui confèrent un caractère montagnard à l'année, l'hiver n'est pas une période où les apports en eau sont très importants. Le manteau neigeux ne doit donc pas être très épais sur l'ensemble du bassin versant. L'été connaît des températures proches de 20°C, mais l'alimentation en eau est encore nettement suffisante pour ne pas connaître de sécheresse structurelle.

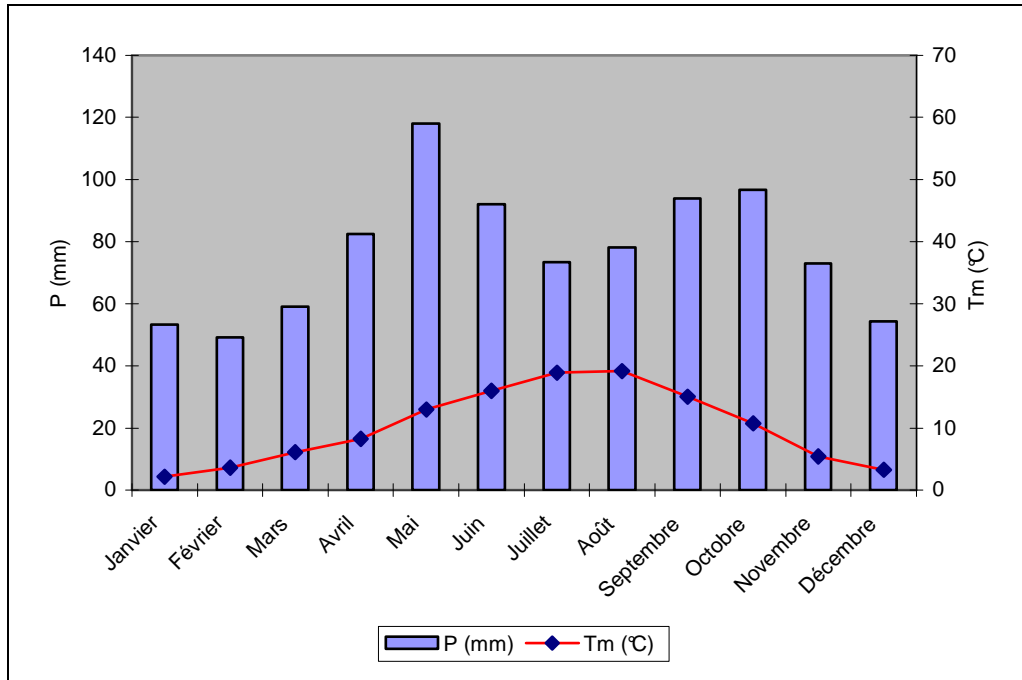


Figure 55 : Diagramme ombrothermique du Bassin versant du Gier à Rive-de-Gier, Normale 1971-2000 (METEO-FRANCE)

Sur le Bassin versant du Gier, le mois de mai est le plus pluvieux. Le printemps inaugure une période où les apports en eau atteignent ou dépassent 70 mm, jusqu'en octobre. L'hiver est plus sec. L'amplitude thermique est modérée et les apports estivaux en eau sont largement suffisants pour que le Bassin versant du Gier ne connaisse pas la sécheresse, sur la période dite normale 1971-2000.

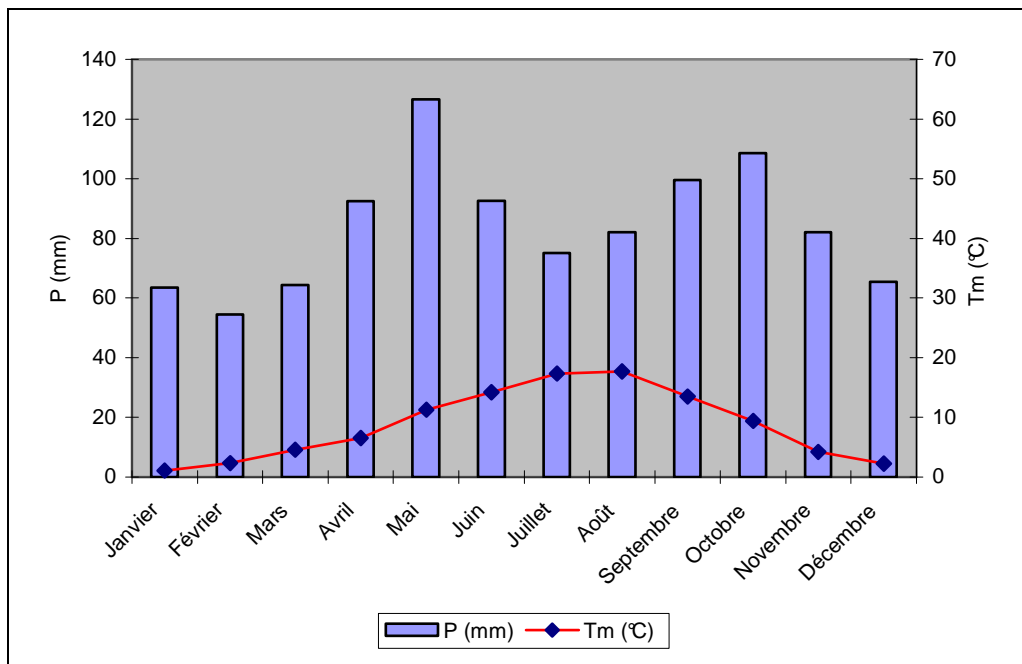


Figure 56 : Diagramme ombrothermique du Bassin versant de la Semène à Saint-Didier-en-Velay, Normale 1971-2000 (METEO-FRANCE)

Le mois de mai est le mois le plus pluvieux sur le Bassin versant de la Semène, avec près de 130 mm. L'automne est certes arrosé, mais les précipitations n'atteignent pas de telles valeurs, qui marquent l'influence océanique. Le bassin versant culmine au Crêt de Chaussitre (1 240 mètres d'altitude) et est orienté vers l'ouest. L'hiver est la saison la plus sèche, ce qui se traduit par un enneigement probablement assez faible sur ce bassin versant. Les températures moyennes mensuelles n'atteignent pas 20°C. Les possibilités de sécheresse sur ce bassin versant sont donc assez faibles.

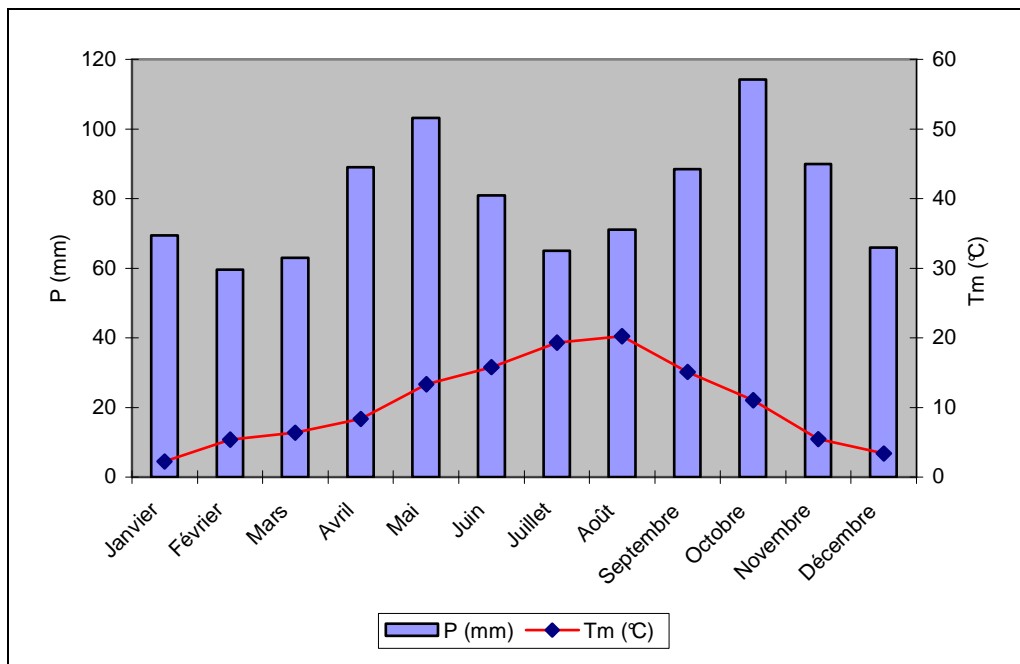


Figure 57 : Diagramme ombrothermique du Bassin versant de la Valencize à Chavanay, Normale 1971-2000 (METEO-FRANCE)

Comme le Bassin versant de la Déôme, le Bassin versant de la Valencize est orienté à l'est, vers la Vallée du Rhône, et est soumis aux influences méditerranéennes. L'amplitude thermique est un peu plus importante que sur les autres bassins versants, et l'été peut être sec sur le plan météorologique. C'est pendant le mois d'octobre que les précipitations sont les plus importantes sur ce bassin versant. Il s'agit du bassin le moins arrosé des cinq bassins de référence de la zone d'étude.

4.2 Les bilans hydriques et hydrologiques par bassin versant

Quelle que soit la période considérée (1971-2000 ou 2002-2003), nous avons déterminé les bilans hydriques et hydrologiques de cinq bassins versants sur l'ensemble du territoire d'étude : la Déôme à Saint-Julien-Molin-Molette, la Dunières à Sainte-Sigolène, l'Ecotay à Marlhes, le Gier à Rive-de-Gier, la Semène à Saint-Didier-en-Velay (dont le petit Bassin versant de l'Ecotay à Marlhes fait partie) et la Valencize à Chavanay.

Pour effectuer ce choix, nous avons opté pour les critères suivants :

- la taille du bassin versant (suffisante car supérieure à 100 km² - à l'exception de la Valencize - et comparable entre les bassins)
- la durée des relevés hydrologiques (assez étendue pour pouvoir établir des normales)
- la répartition géographique (les bassins versants concernent aussi bien le sud des Monts du Lyonnais, le Massif du Pilat et le nord-est du Département de la Haute-Loire)

En ce qui concerne les bilans par rapport aux besoins en eau de la végétation, nous avons choisi quatre bassins versants de référence : l'Ecotay à Marlhes, le Furan au Bessat, le Ruisseau des Préaux à Bourg-Argental, la Valencize à Chavanay. Comme nous disposons d'une carte de végétation récente (2003) uniquement sur le territoire du Parc Naturel Régional du Pilat, ces quatre bassins versants font intégralement partie du territoire du Parc. Ce sont quatre bassins aux orientations différentes : l'Ecotay s'écoule vers l'ouest, le Furan s'écoule vers le nord, le Ruisseau des Préaux s'écoule vers le sud, et la Valencize s'écoule vers l'est. Pour compléter notre étude, des relevés pédologiques ont été effectués à la tarière sur ces quatre bassins versants.

Nous présentons les résultats suivants par bassin versant et en fonction des critères déterminés ci-dessus. Nous aurions très bien pu présenter le rapport entre les précipitations et les besoins en eau de la végétation sur le Bassin versant de la Déôme par exemple mais l'objectif n'était pas de multiplier les analyses. Pour construire les tableaux suivants, nous sommes inspirés des travaux de C. COSANDEY.

Le Bassin versant de la Déôme à Saint-Julien-Molin-Molette.

DEOME 1971-2000		Hiver hydrologique											Eté hydro.	Total
		A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	
Données de base (mm)	Précipitations	76,2	98,9	128	102,6	80	81,2	66,5	71,1	101,6	114,1	84,3	68,6	1073,1
	ETP	73,8	50,3	37,7	16,4	11,2	6,1	23,4	29,3	42	69,4	72,4	83,4	515,4
	Lame écoulée (Q)	6	10	19	55	60	51	42	45	43	40	27	11	409
Calcul pendant l'hiver (mm)	P-ETP	2,4	48,6	90,3	86,2	68,8	75,1	43,1	41,8	59,6	44,7	11,9		
	Etat de Ru en fin de mois	2,4	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50		
	Variation de Rh	-6	-9	71,3	31,2	8,8	24,1	1,1	-3,2	16,6	4,7	-15,1		
	Etat de la Rh en fin de mois (= Variations cumulées de Rh)	-6	-15	56,3	87,5	96,3	120,4	121,5	118,3	134,9	139,6	124,5		
Calcul pendant l'été (mm)	Demande vers Ru												14,8	
	Réponse de Ru												14,8	
	Demande cumulée vers Ru												14,8	
Valeurs annuelles de Ru, Rh et ETR (mm)	Etat de Ru en fin de mois	2,4	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	35,2	
	ETR	73,8	50,3	37,7	16,4	11,2	6,1	23,4	29,3	42	69,4	72,4	83,4	515,4
	Déficit Hydrique													0
	Variation de Rh	-6	-9	71,3	31,2	8,8	24,1	1,1	-3,2	16,6	4,7	-15,1	-11	
	Variations cumulées de Rh = état en fin de mois	-6	-15	56,3	87,5	96,3	120,4	121,5	118,3	134,9	139,6	124,5	113,5	

Tableau 5 : Bilans hydriques et hydrologiques du Bassin versant de la Déôme à Saint-Julien-Molin-Molette (1971-2000) avec l'E.T.P. calculée selon la formule de Thornthwaite (METEO-FRANCE)

En période normale, la situation hydrique du Bassin versant de la Déôme n'inspire pas à l'inquiétude. La Vallée de la Déôme, orientée SO-NE, est une vallée d'altitude à l'amont de Bourg-Argental. La réserve est affectée au mois d'août, où elle ne s'épuise pas totalement pour autant. Les précipitations sont relativement abondantes (1073,1 mm), et l'E.T.P. relativement faible (515,4 mm). Les précipitations peuvent être d'origine océanique ou méditerranéenne, mais elles sont suffisamment importantes pour couvrir les besoins en eau du bassin versant. Il y a deux maximums pluviométriques dans l'année : au cours du printemps et de l'automne. Le cœur de l'été est la saison la moins arrosée mais la répartition des précipitations au cours de l'année est tout à fait correcte.

L'évapotranspiration n'atteint pas non plus 100 mm. A l'année, elle représente 48 % du total précipité. Le potentiel évapotranspiratoire est satisfait dans la mesure où l'évapotranspiration réelle égale l'évapotranspiration potentielle. Le Bassin versant de la Déôme n'est donc pas déficitaire en eau.

L'E.T.R. calculée avec la formule de Turc est de 504,9 mm, une valeur très proche du résultat donné par la formule de Thornthwaite (515,4 mm). Le bilan P (Précipitations) – Q (Ecoulement) affiche 664,1 mm, ce qui est très éloigné des valeurs d'évapotranspiration potentielle et réelle.

Le Bassin versant de la Dunières à Sainte-Sigolène.

DUNIERES 1971-2000		Hiver hydrologique											Eté hydro.	Total
		A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	
Données de base (mm)	Précipitations	79,7	100,7	119,1	93,8	75	73,7	61,2	68,4	98	120,6	88,1	71,6	1049,9
	ETP	71,6	50,4	37,5	16,4	11	5,5	17,6	28	41,6	67,8	73,1	82,3	502,8
	Lame écoulée (Q)	12	17	30	39	45	46	45	50	48	48	32	16	428
Calcul pendant l'hiver (mm)	P-ETP	8,1	50,3	81,6	77,4	64	68,2	43,6	40,4	56,4	52,8	15		
	Etat de Ru en fin de mois	8,1	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50		
	Variation de Rh	-12	-8,6	51,6	38,4	19	22,2	-1,4	-9,6	8,4	4,8	-17		
	Etat de la Rh en fin de mois (= Variations cumulées de Rh)	-12	-20,6	31	69,4	88,4	110,6	109,2	99,6	108	112,8	95,8		
Calcul pendant l'été (mm)	Demande vers Ru												10,7	
	Réponse de Ru												10,7	
	Demande cumulée vers Ru												10,7	
Valeurs annuelles de Ru, Rh et ETR (mm)	Etat de Ru en fin de mois	8,1	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	39,3	
	ETR	71,6	50,4	37,5	16,4	11	5,5	17,6	28	41,6	67,8	73,1	82,3	502,8
	Déficit Hydrique													0
	Variation de Rh	-12	-8,6	51,6	38,4	19	22,2	-1,4	-9,6	8,4	4,8	-17	-16	
	Variations cumulées de Rh = état en fin de mois	-12	-20,6	31	69,4	88,4	110,6	109,2	99,6	108	112,8	95,8	79,8	

Tableau 6 : Bilans hydrique et hydrologique du Bassin versant de la Dunières à Sainte-Sigolène (1971-2000) avec l'E.T.P. calculée selon la formule de Thornthwaite (BANQUE HYDRO, METEO-FRANCE)

Le Bassin versant de la Dunières est aussi un bassin d'altitude. Le total pluviométrique reçu pendant l'année est relativement important : 1 049,9 mm. Les précipitations sont supérieures à 100 mm en mai et au début de l'automne (septembre et octobre). Les précipitations les plus faibles sont enregistrées au mois de février et pendant le cœur de l'été. Aucun mois ne recueille des précipitations inférieures à 60 mm. Du fait de sa situation en altitude et de sa position d'abri face aux influences estivales méditerranéennes, l'évapotranspiration potentielle annuelle, avec 502,8 mm, n'atteint pas la moitié de la valeur des précipitations (47,9 %). Le Déficit Climatique ne se produit qu'en juillet. Comme sur le Bassin versant de la Déôme, il est difficile d'évoquer une véritable saison hydrologique. En situation normale, le Bassin versant de la Dunières ne souffre donc pas d'un manque d'eau, même avec une Réserve Utile Maximale estimée faible, à 50 mm. J. BETHEMONT, en 1972, avait donnée une Réserve Utile Maximale de 100 mm pour l'ensemble de la Vallée du Rhône. Nous avons souhaité être plus prudent.

L'E.T.R. calculée avec la formule de Turc est de 492,3 mm, une valeur très proche du résultat donné par la formule de Thornthwaite (502,8 mm). Le bilan P (Précipitations) – Q (Ecoulement) affiche 621,9 mm, ce qui est très éloigné des valeurs d'évapotranspiration potentielle et réelle.

Le Bassin versant de l'Ecotay à Marlhes.



Photo 7 : L'Ecotay vers Choriât (Y. BENMALEK)

Grâce aux points relevés à l'aide de la tarière et à la carte pédologique issue de l'Atlas du Parc Naturel Régional du Pilat, nous avons pu déterminer une valeur moyenne de Réserve Utile : 80 mm. Cette Réserve Utile dépasse donc de 30 mm les estimations prudentes que nous avons déterminées pour l'ensemble du territoire d'étude.

ECOTAY 1971-2000		Hiver hydrologique											Eté hydro.	Total
		A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	
Données de base (mm)	Précipitations	82,3	103,2	119	92,3	74,2	72,2	60,8	69,4	99,5	127,3	92,2	74,8	1067,2
	ETP	78,7	69,7	43,7	15,4	7,3	3,9	9,5	20,3	35	71,6	90,3	113,9	559,3
	Lame écoulée (Q)	15	26	50	56	63	58	57	62	65	63	38	20	573
Calcul pendant l'hiver (mm)	P-ETP	3,6	33,5	75,3	76,9	66,9	68,3	51,3	49,1	64,5	55,7	1,9		507,9
	Etat de Ru en fin de mois	3,6	37,1	80	80	80	80	80	80	80	80	80		
	Variation de Rh	-15	-26	-17,6	20,9	3,9	10,3	-5,7	-12,9	-0,5	-7,3	-36,1		
	Etat de la Rh en fin de mois (= Variations cumulées de Rh)	-15	-41	-58,6	-37,7	-33,8	-23,5	-29,2	-42,1	-42,6	-49,9	-86		
Calcul pendant l'été (mm)	Demande vers Ru												39,1	
	Réponse de Ru												39,1	
	Demande cumulée vers Ru												39,1	
Valeurs annuelles de Ru, Rh et ETR (mm)	Etat de Ru en fin de mois	3,6	37,1	80	80	80	80	80	80	80	80	80	40,9	
	ETR	78,7	69,7	43,7	15,4	7,3	3,9	9,5	20,3	35	71,6	90,3	113,9	559,3
	Déficit Hydrique													
	Variation de Rh	-15	-26	-17,6	20,9	3,9	10,3	-5,7	-12,9	-0,5	-7,3	-36,1	-20	
	Variations cumulées de Rh = état en fin de mois	-15	-41	-58,6	-37,7	-33,8	-23,5	-29,2	-42,1	-42,6	-49,9	-86	-106	

Tableau 7 : Bilans hydrique et hydrologique du Bassin versant de l'Ecotay à Marlhès (1971-2000) avec l'E.T.P. calculée selon la formule de Thornthwaite (BANQUE HYDRO, METEO-FRANCE)

Avec 1 067,2 mm de précipitations reçues pendant l'année, le Bassin versant de l'Ecotay à Marlhès est bien arrosé. Le maximum de pluie est observé en mai avec 127,3 mm. Les précipitations sont aussi supérieures à 100 mm en septembre (103,2 mm) et en

octobre (119 mm). L'hiver est la saison la plus sèche mais avec une évapotranspiration hivernale quasi nulle, la Réserve Utile est parfaitement conservée. Le Déficit Climatique n'est relevé que le mois de juillet pendant la période normale 1971-2000. Il est de 39,1 mm. Les valeurs d'évapotranspiration potentielle annuelles sont assez faibles (559,3 mm). Le coefficient d'écoulement est de 0,537. La formule de Thornthwaite ne sous-estime pas l'évapotranspiration potentielle dans ce cas. Juillet est le mois le plus sensible en ce qui concerne la Réserve Utile mais il n'y a jamais de Déficit Hydrique, l'évapotranspiration réelle reprend donc intégralement l'évapotranspiration potentielle. La valeur de Réserve Utile Maximale, estimée à 80 mm, est une valeur moyenne calculée sur l'ensemble du bassin versant. Elle masque des disparités locales, puisque quatre types de sols sont relevés sur ce territoire particulier.



Photo 8 : Sol brun ocreux, Point n°14 (Y. BENMALEK, 08.04.2009)

Voici le descriptif des relevés effectués à la tarière :

Point N°	Coordonnées				Description du milieu	Type de sol	Profondeur du sol mesurée à la tarière en cm
	Latitude °, min, s (Nord)	Longitude °, min, s (Est)	Lambert II étendu (X)	Lambert II étendu (Y)			
1	45°16'54,4''	4°25'35,8''	764003	2033431	Pied de la forêt, près du col routier séparant Marlhes et Saint- Régis-du-Coin	Sol brun	85
2	45°16'53,7''	4°25'32,1''	763923	2033408	Près du col routier séparant Marlhes et Saint-Régis-du-Coin	Sol brun	30

Première partie : L'estimation de la ressource en eau

Point N°	Coordonnées				Description du milieu	Type de sol	Profondeur du sol mesurée à la tarière en cm
	Latitude °, min, s (Nord)	Longitude °, min, s (Est)	Lambert II étendu (X)	Lambert II étendu (Y)			
3	45°16'47,7''	4°25'32,6''	763939	2033222	Sous-bois, près du col routier séparant Marlhes et Saint- Régis-du-Coin	Sol brun	65
4	45°16'48,5''	4°25'42,8''	764168	2033253	Bordure du pré, sentier vers L'Arbret depuis le col routier séparant Marlhes et Saint- Régis-du-Coin	Sol brun	60
5	45°16'53,6''	4°25'45''	764204	2033412	50 mètres après l'entrée du sous-bois, Sentier vers l'Arbret	Sol ocre podzolique	25
6	45°16'56,4''	4°25'40,9''	764113	2033496	Tapis de mousses, Sous-bois, sentier vers l'Arbret	Sol ocre podzolique	45
7	45°16'59,5''	4°25'45''	764200	2033594	Sous bois, sentier vers l'Arbret	Sol ocre podzolique	55
8	45°16'46,2''	4°25'31,2''	763910	2033176	Sentier depuis le col routier vers Le Rozet, clairière	Sol brun ocreux	55
9	45°16'46,1''	4°25'24,8''	763770	2033169	Sentier depuis le col routier vers Le Rozet, sous-bois	Sol brun ocreux	110
10	45°10'37,8''	4°25'24''	763760	2032912	Sentier depuis le col routier vers Le Rozet, sous-bois, mousses	Sol brun ocreux	60
11	45°16'18,1''	4°23'14,7''	760958	2032230	Sentier du C.P.I.E. des Monts du Pilat au ruisseau Guénard, bordure du ruisseau	Sol sablo- limoneux	75
12	1 mètre à l'ouest du Point n°11					Sol brun	60
13	45°16'31''	4°25'6,5''	764659	2032726	Croisement de sentiers col routier au Rozet, sentier vers Grangeneuve, sous- bois	Sol sablo- limoneux	40
14	45°16'25,2''	4°24'59,2''	763229	2032509	Sentier vers Le Rozet, sous-bois, mousses	Sol brun ocreux	40
15	45°16'24,7''	4°24'45,2''	762925	2032485	Sentier vers Le Rozet, sous-bois, mousses	Sol brun ocreux	55
16	45°17'1,9''N	4°25'46,4''	764214	2034197	Sentier du col routier vers l'Arbret, mousses, ronces	Sol ocre podzolique	55
17	45°17'4,1''	4°25'48,5''	764242	2034877	Sentier du col routier vers l'Arbret, mousses, ronces	Sol ocre podzolique	25
18	45°17'10,2''	4°25'50,1''	764302	2033927	Sentier du col routier vers l'Arbret, sous-bois	Sol ocre podzolique	40
19	Coordonnées indisponibles				Col routier, entrée du sous-bois, ronces	Sol brun	45
20	45°17'19''	4°24'43,3''	762839	2034160	A 250 mètres du croisement D 501 – D 74, chablis	Sol brun	45
21	45°16'17,7''	4°23'46''	761640	2032235	Près de la route de Marlhes à Riotord, bosquet de bouleaux	Sol brun	70
22	45°20'50,8''	4°26'46,5''	765348	2040770	Sentier en-dessous de Barriquand, rive droite de la Semène	Sol sablo- limoneux	80

Tableau 8 : Localisation des relevés à la tarière et profondeur du sol

Compte tenu des références bibliographiques dont nous disposons (figure n°9 page 28), des types de sols et de la profondeur des relevés effectués à la tarière, nous avons estimé la R.U. pour les différents types de sols du bassin versant. Nous aboutissons à une R.U. moyenne pour le Bassin versant de l'Ecotay à Marlhes de 80 mm.

Type de sol	Nombre de relevés sur ce type de sol	Profondeur moyenne des relevés, en cm	Réserve Utile Maximale	% du type de sol sur l'ensemble du bassin versant
Sol ocre podzolique	6	41	20	7,92
Sol brun ocreux	5	64	96	12,37
Sol brun	8	58	87	65,41
Sol sablo-limoneux	3	65	65	14,29

Tableau 9 : Types de sols, Profondeur des relevés, Réserve Utile Maximale sur le Bassin versant de l'Ecotay (J. BEAUCHAMP, S. CECCHINI, T. CURT, S. DOLE, J.-P. LEGROS, G. MARMEYS, CENTRES REGIONAUX DE LA PROPRIETE FORESTIERE)

Le bassin versant est essentiellement constitué de sols bruns. Ce sont des sols assez peu profonds, mais qui disposent d'une capacité de rétention en eau plus importantes que les sols sablo-limoneux, qui comportent beaucoup d'alluvions déposés par l'Ecotay. La capacité de rétention en eau des sols ocre podzolique est encore plus faible, mais ces sols ne concernent que les parties forestières les plus élevées du bassin versant.

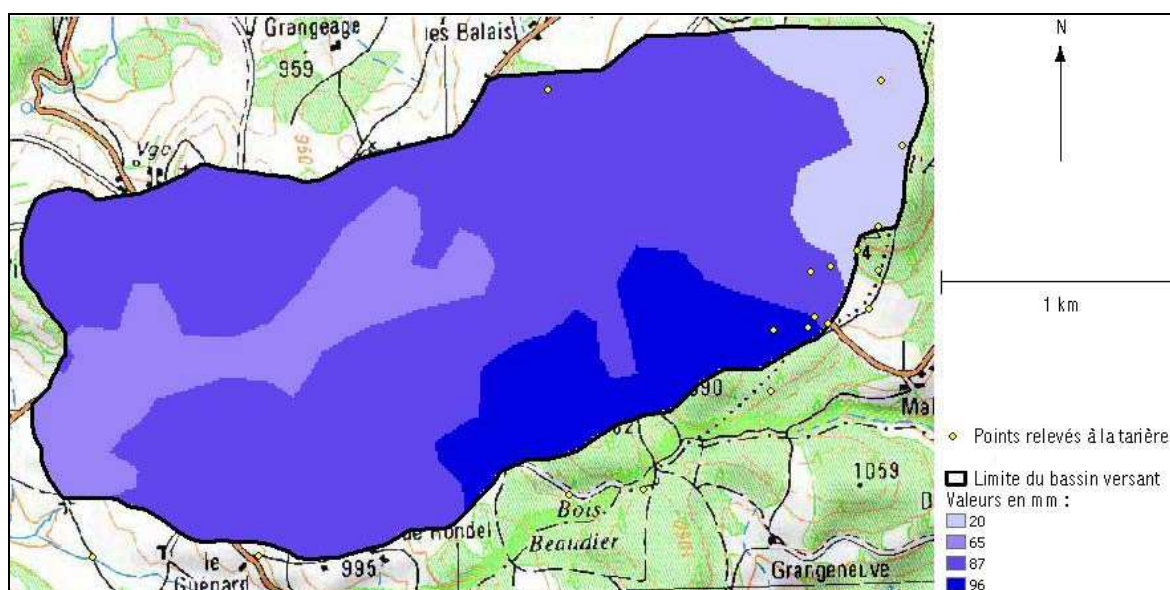


Figure 58 : Valeurs de la Réserve Utile sur le Bassin versant de l'Ecotay à Marlhes entre le début du mois de novembre et la fin du mois de mai - Période 1971-2000 (ATLAS DU PARC NATUREL REGIONAL DU PILAT, INSTITUT GEOGRAPHIQUE NATIONAL, METEO-FRANCE)

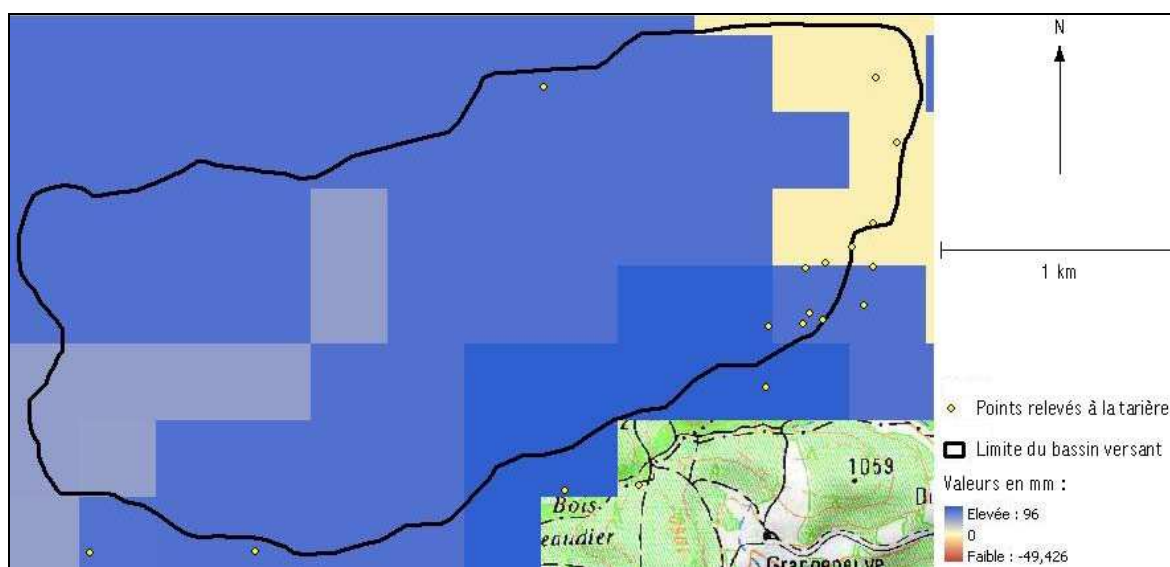


Figure 59 : Valeurs de la Réserve Utile sur le Bassin versant de l'Ecotay à Marlhes à la fin du mois de juin - Période 1971-2000 (ATLAS DU PARC NATUREL REGIONAL DU PILAT, INSTITUT GEOGRAPHIQUE NATIONAL, METEO-FRANCE)

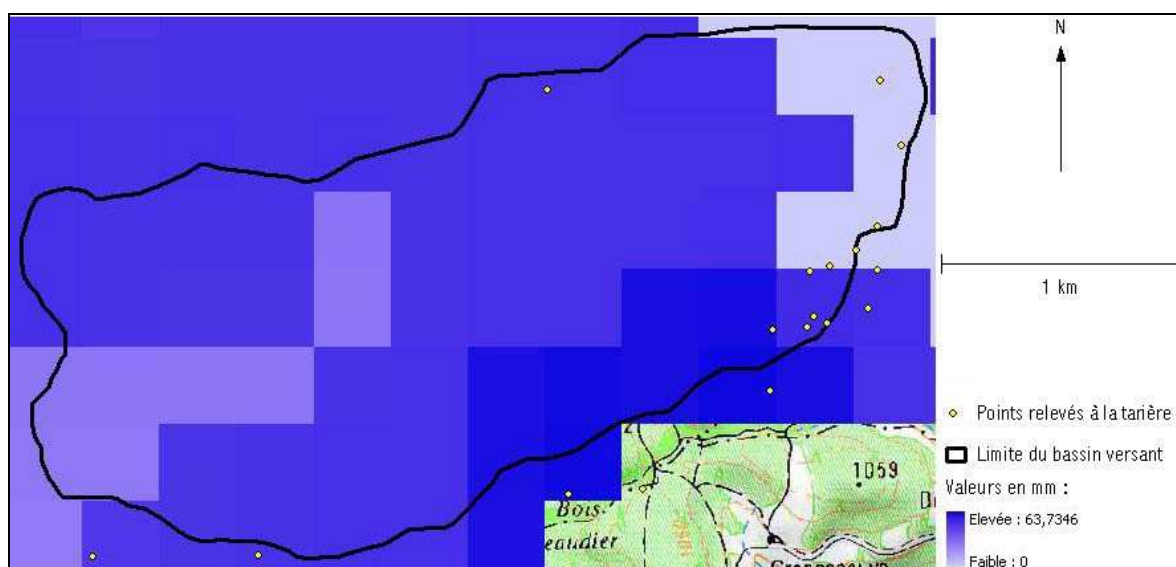


Figure 60 : Valeurs de la Réserve Utile sur le Bassin versant de l'Ecotay à Marlhes à la fin du mois de juillet - Période 1971-2000 (ATLAS DU PARC NATUREL REGIONAL DU PILAT, INSTITUT GEOGRAPHIQUE NATIONAL, METEO-FRANCE)

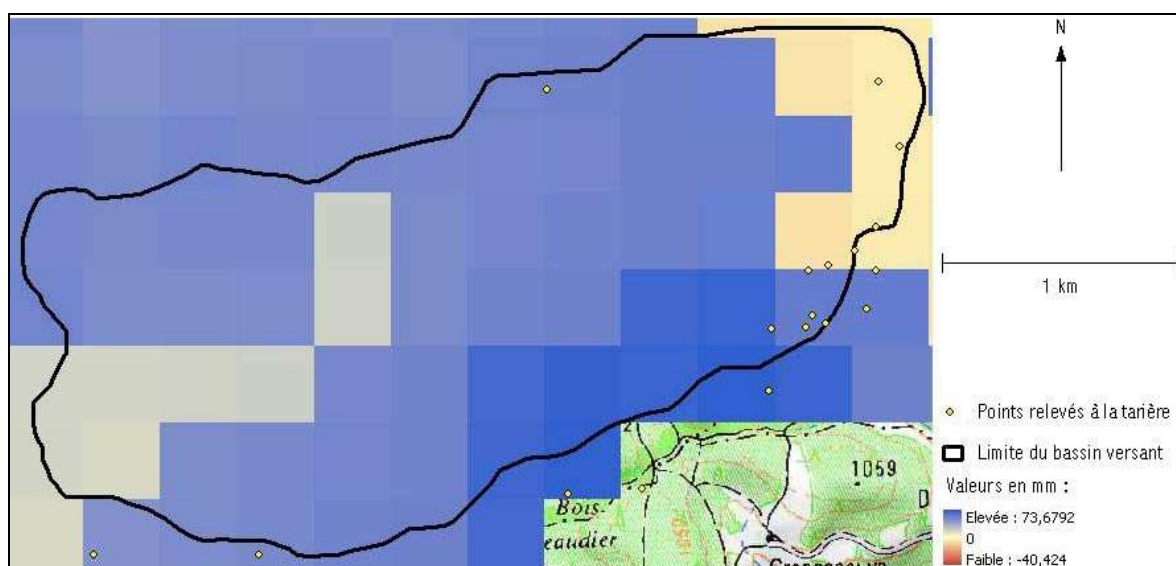


Figure 61 : Valeurs de la Réserve Utile sur le Bassin versant de l'Ecotay à Marlhes à la fin du mois d'août - Période 1971-2000 (ATLAS DU PARC NATUREL REGIONAL DU PILAT, INSTITUT GEOGRAPHIQUE NATIONAL, METEO-FRANCE)

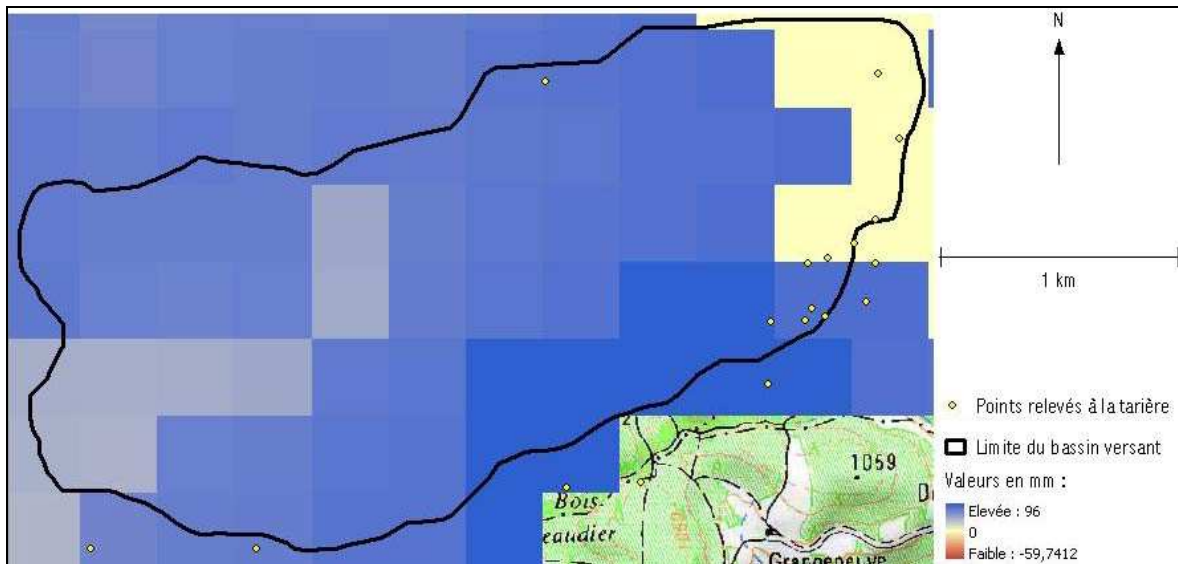


Figure 62 : Valeurs de la Réserve Utile sur le Bassin versant de l'Ecotay à Marlhes à la fin du mois de septembre - Période 1971-2000 (ATLAS DU PARC NATUREL REGIONAL DU PILAT, INSTITUT GEOGRAPHIQUE NATIONAL, METEO-FRANCE)

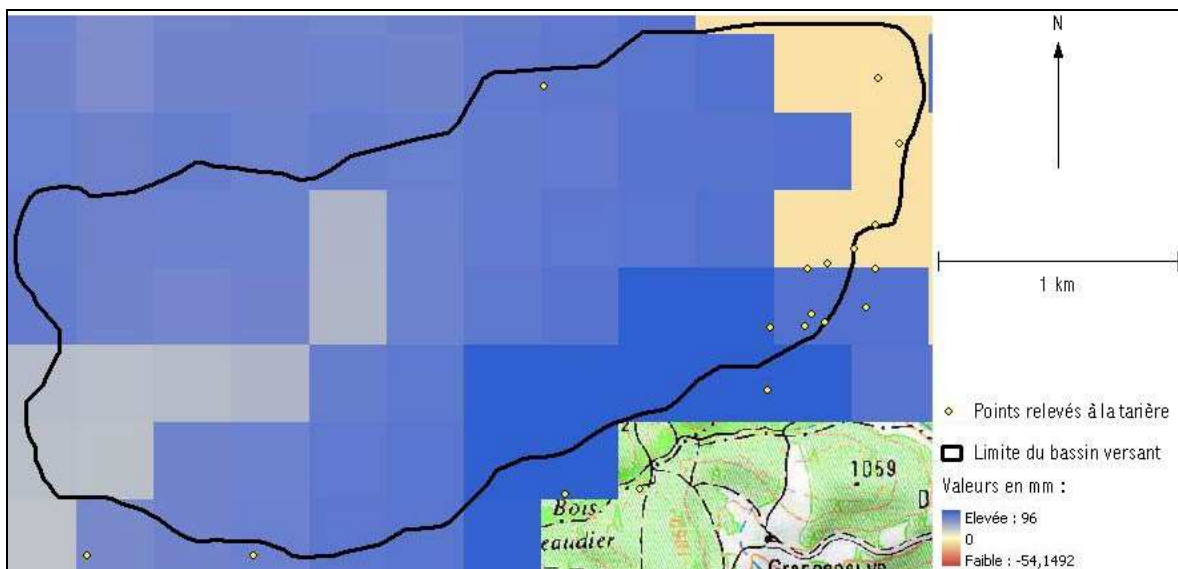


Figure 63 : Valeurs de la Réserve Utile sur le Bassin versant de l'Ecotay à Marlhes à la fin du mois d'octobre - Période 1971-2000 (ATLAS DU PARC NATUREL REGIONAL DU PILAT, INSTITUT GEOGRAPHIQUE NATIONAL, METEO-FRANCE)

Les calculs ont été effectués sous ArcGIS 9.2. La R.U. est pleine pendant les mois de novembre à mai. Il y a Déficit Hydrique seulement pendant le mois de juillet, sur le secteur nord-est du bassin versant, où la Réserve Utile ne peut être supérieure à 20 mm. C'est un terrain enrésiné, autour de l'Arbret, qui constitue le point culminant du bassin versant. Compte tenu de l'âge des peuplements forestiers, assez élevé, nous pouvons estimer que le Déficit Hydrique peut être supporté par la végétation pendant quelques jours sur ce secteur du bassin versant.

Le Bassin versant du Furan au Bessat (amont du Barrage du Pas de Riot).



Photo 9 : Sol brun ocreux, Point n°1 (Y. BENMALEK, 31.07.2009)

Voici le descriptif des relevés réalisés à la tarière :

Point N°	Coordonnées				Description du milieu	Type de sol	Profondeur du sol mesurée à la tarière en cm
	Latitude °, min, s (Nord)	Longitude °, min, s (Est)	Lambert II étendu (X)	Lambert II étendu (Y)			
1	Coordonnées indisponibles				Sous-bois à 100 mètres du départ de la clairière	Sol brun ocreux	40
2	45°21'57,8''	4°30'48,9''	770566	2042981	Sous-bois, ronces, fougères	Sol brun ocreux	45
3	45°21'56,4''	4°30'46,8''	770522	2042937	Sous-bois, ronces	Sol brun ocreux	30
4	45°21'46,2''	4°30'27,6''	770113	2042611	Sous-bois, ronces, fortes pentes	Sol ocre podzolique	20
5	45°21'45,4''	4°30'28,4''	770131	2042586	Cailloux en surface, ronces	Sol ocre podzolique	5
6	45°21'24,1''	4°29'31,9''	768920	2041895	Sous-bois, rive du Furan près du Pont Souvignet	Sol ocre podzolique	20
7	45°21'23,9''	4°29'34,3''	768972	2041890	Tapis de mousses, ronces et jeunes sapins, pied de pente	Sol ocre podzolique	35
8	45°21'22,5''	4°29'39,6''	769089	2041850	Arène granitique, plantations en timbre-poste	Sol ocre podzolique	15

Première partie : L'estimation de la ressource en eau

Point N°	Coordonnées				Description du milieu	Type de sol	Profondeur du sol mesurée à la tarière en cm
	Latitude °, min, s (Nord)	Longitude °, min, s (Est)	Lambert II étendu (X)	Lambert II étendu (Y)			
9	45°21'29,5''	4°28'10,2''	767138	2042013	Frênes, plantations en timbre-poste	Sol ocre podzolique	30
10	45°21'27,1''	4°28'12''	767179	2041940	Sous-bois	Sol brun ocreux	25
11	45°21'26,5''	4°28'12,2''	767184	2041922	Sous-bois	Sol brun ocreux	35
12	45°21'59,4''	4°27'48,7''	766645	2042923	Mousses	Podzol humo- ferrugineux	20
13	45°21'58,7''	4°27'48,7''	766645	2042902	Mousses, sous- bois	Podzol humo- ferrugineux	25
14	45°22'9,5''	4°27'56,6''	766737	2045879	Au-dessus de la station R.N.D.E. au Bessat, sous- bois, ronces	Ranker peu humifère ou sol brun acide colluvial	40
15	45°22'9,5''	4°27'56,6''	766737	2045879	Au-dessus de la station R.N.D.E. au Bessat, sous- bois, ronces	Ranker peu humifère ou sol brun acide colluvial	20
16	45°22'9,5''	4°27'56,6''	766737	2045879	Au-dessus de la station R.N.D.E. au Bessat, sous- bois, ronces	Ranker peu humifère ou sol brun acide colluvial	40
17	45°22'9,5''	4°27'56,6''	766737	2045879	Au-dessus de la station R.N.D.E. au Bessat, sous- bois, ronces	Ranker peu humifère ou sol brun acide colluvial	40
18	45°22'14,6''	4°30'53,8''	770659	2043503	Plantations de timbre-poste	Ranker cryptopodzolique	30
19	45°22'14,6''	4°30'53,8''	770659	2043503	Plantations de timbre-poste	Ranker cryptopodzolique	20
20	45°22'14,6''	4°30'53,8''	770659	2043503	Plantations de timbre-poste	Ranker cryptopodzolique	20
21	45°22'14,6''	4°30'53,8''	770659	2043503	Plantations de timbre-poste	Ranker cryptopodzolique	25

Tableau 10 : Localisation des relevés à la tarière et profondeur du sol

Type de sol	Nombre de relevés sur ce type de sol	Profondeur moyenne des relevés, en cm	Réserve Utile Maximale
Podzol humo-ferrugineux	2	23	23
Sol ocre podzolique	6	21	11
Sol brun ocreux	5	35	47
Ranker cryptopodzolique	4	24	8
Ranker peu humifère ou sol brun acide colluvial	4	35	40

**Tableau 11 : Types de sols, Profondeur des relevés, Réserve Utile Maximale sur le Bassin versant du
Furan (J. BEAUCHAMP, S. CECCHINI, T. CURT, S. DOLE, J.-P. LEGROS, G. MARMEYS,
CENTRES REGIONAUX DE LA PROPRIETE FORESTIERE)**

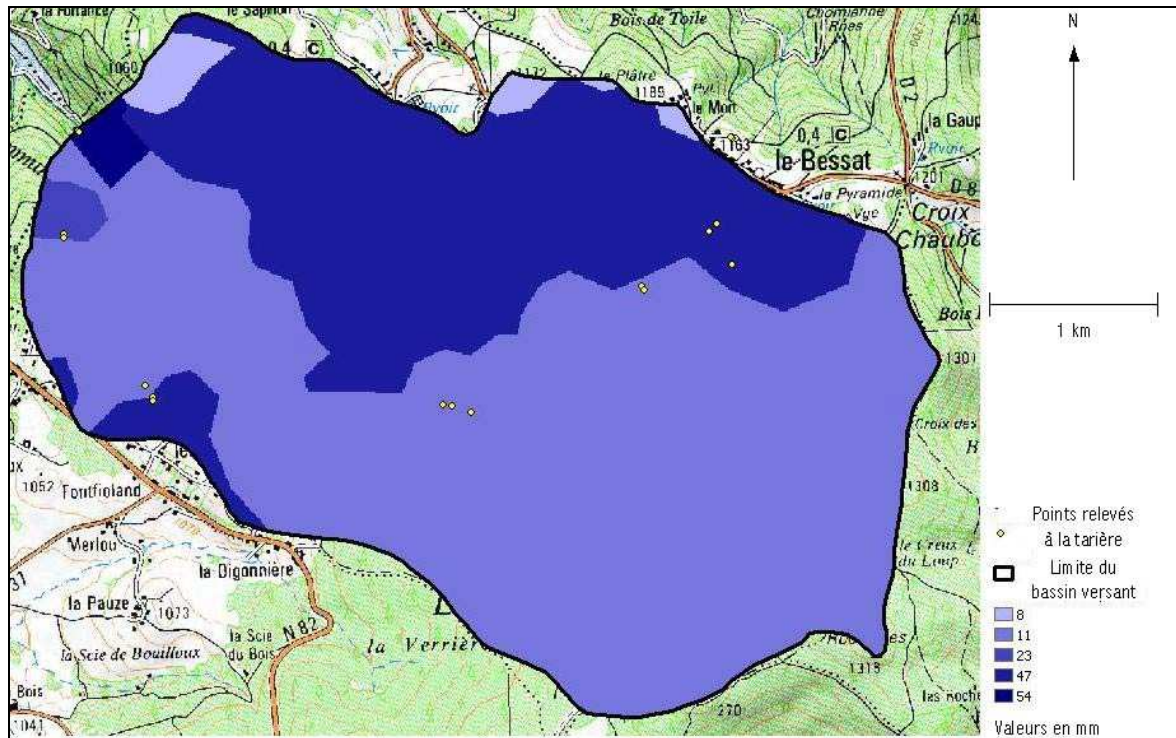


Figure 64 : Valeurs de la Réserve Utile sur le Bassin versant du Furan au Bessat entre le début du mois d'octobre et la fin du mois de juin - Période 1971-2000 (ATLAS DU PARC NATUREL REGIONAL DU PILAT, INSTITUT GEOGRAPHIQUE NATIONAL, METEO-FRANCE)

Lorsque l'on observe les valeurs maximum de la Réserve Utile sur le Bassin versant du Furan à l'amont du Barrage du Pas de Riot, il est aisé de comprendre pourquoi la Ville de Saint-Etienne a joué un rôle important dans la construction d'ouvrages visant à retenir l'eau pour la population et pour l'industrie. Si le cours d'eau est très rarement à sec, ce n'est pas en raison de la capacité de rétention en eau des sols sur le haut bassin versant. La couverture forestière, composée de résineux dépassant parfois 40 mètres de haut est certes importante mais les sols ont une capacité de rétention faible. Il n'est pas surprenant non plus de retrouver des pH particulièrement faibles sur ces milieux, par ailleurs de très bonne qualité. Les cultures ne sont pas très étendues sur la rive droite de la rivière (écoulement vers l'ouest) et les prairies, peu exigeantes, bénéficient de sols qui ont une capacité de rétention en eau supérieure à la forêt. Avec une situation climatique de moyenne montagne, la Réserve Utile du Bassin du Furan à l'amont du Barrage du Pas de Riot se maintient donc au maximum durant les trois quarts de l'année hydrologique.

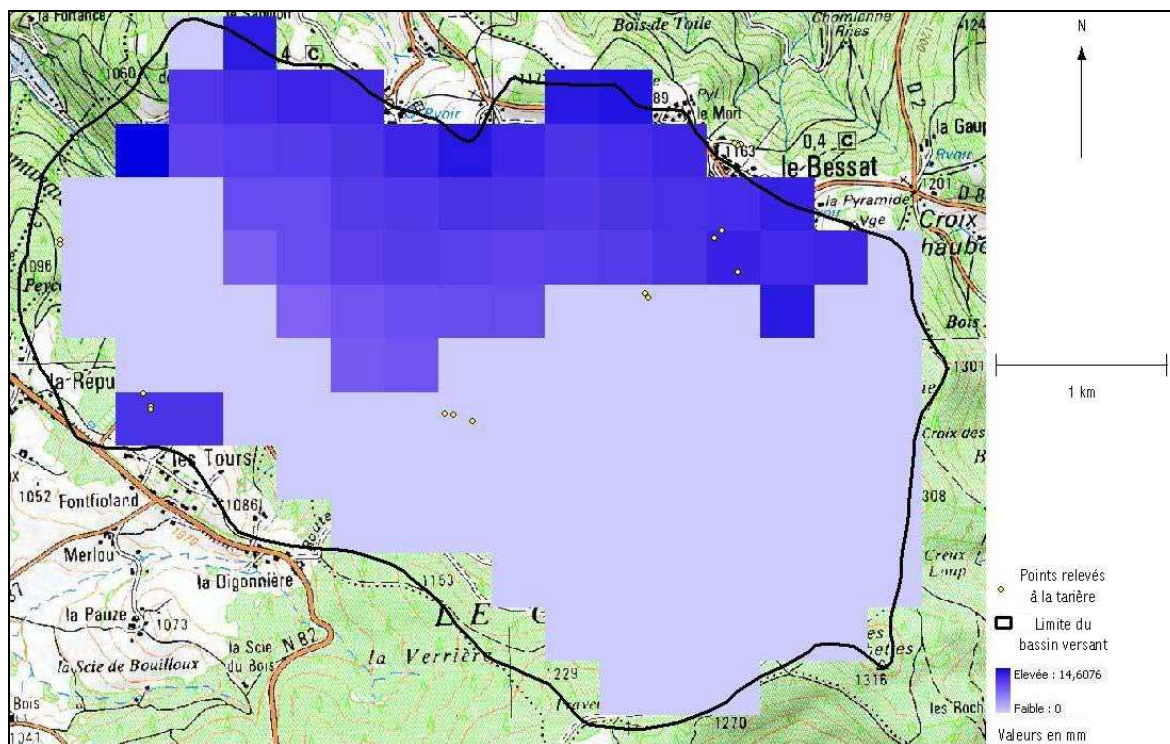


Figure 65 : Valeurs de la Réserve Utile sur le Bassin versant du Furan au Bessat à la fin du mois de juillet - Période 1971-2000 (ATLAS DU PARC NATUREL REGIONAL DU PILAT, INSTITUT GEOGRAPHIQUE NATIONAL, METEO-FRANCE)

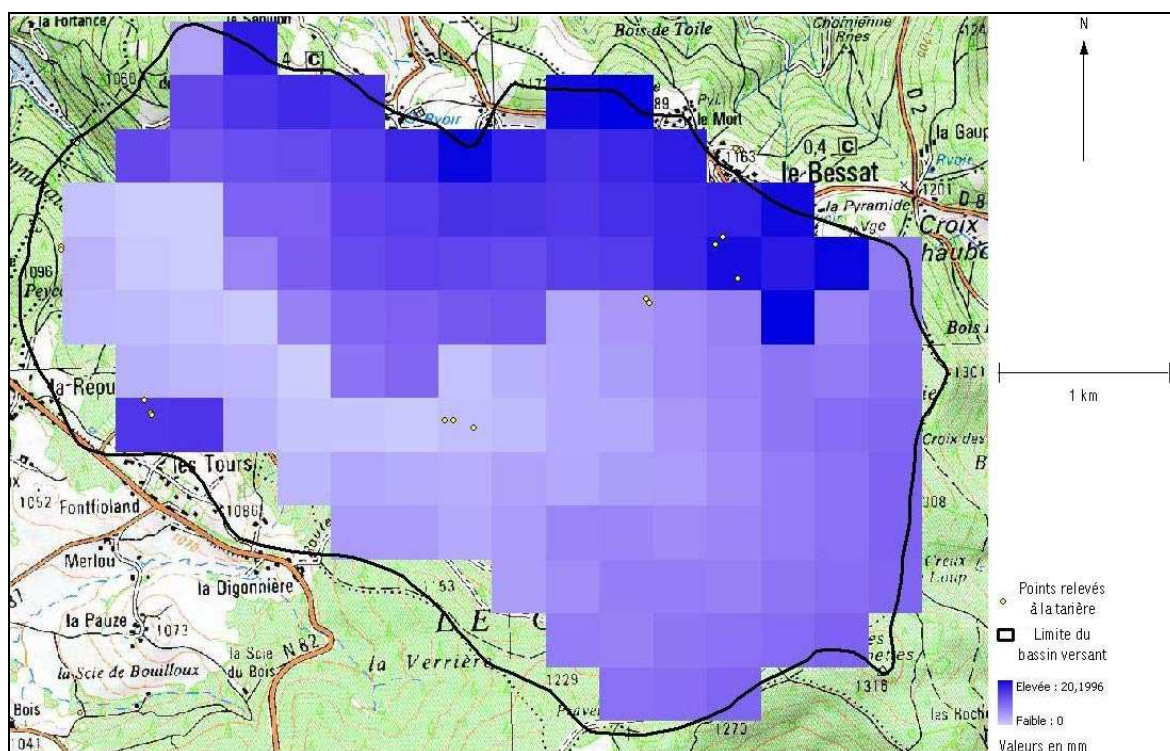


Figure 66 : Valeurs de la Réserve Utile sur le Bassin versant du Furan au Bessat à la fin du mois d'août - Période 1971-2000 (ATLAS DU PARC NATUREL REGIONAL DU PILAT, INSTITUT GEOGRAPHIQUE NATIONAL, METEO-FRANCE)

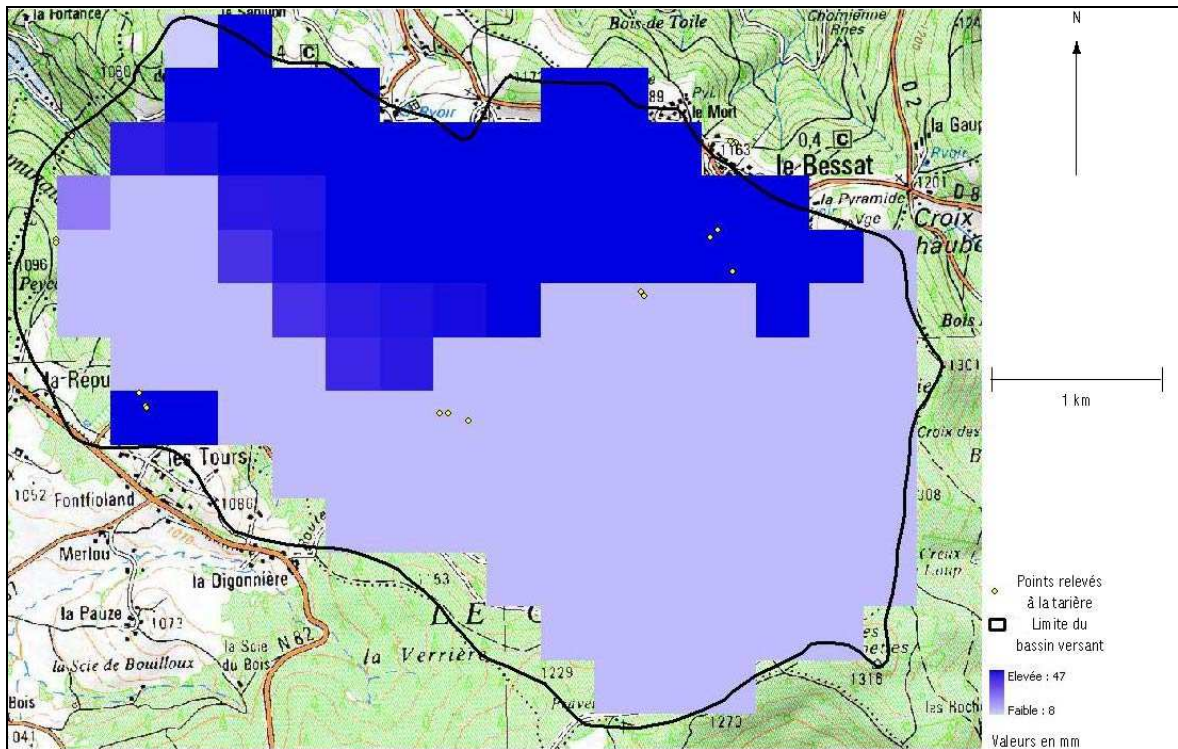


Figure 67 : Valeurs de la Réserve Utile sur le Bassin versant du Furan au Bessat à la fin du mois de septembre - Période 1971-2000 (ATLAS DU PARC NATUREL REGIONAL DU PILAT, INSTITUT GEOGRAPHIQUE NATIONAL, METEO-FRANCE)

En été, la situation est nettement contrastée entre un secteur forestier où la Réserve Utile est nulle et un secteur en prairie où la Réserve Utile n'est jamais totalement épuisée. La capacité de rétention en eau des sols, beaucoup plus faible sur la rive gauche, explique l'épuisement de la Réserve Utile. Si l'écoulement du Furan et de ses affluents est parfois très faible en cette période, les sources sont multiples et l'évapotranspiration est fortement limitée du fait de la difficulté de pénétration des rayons lumineux dans une forêt assez dense.

Le Bassin versant du Gier à Rive-de-Gier.

GIER 1971-2000		Hiver hydrologique											Eté hydro.	Total
		A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	
Données de base (mm)	Précipitations	78,1	93,9	96,6	73	54,3	53,3	49,2	59,1	82,4	118	92,1	73,4	923,4
	ETP	73,6	53,7	39	18,4	12,9	8,9	18,4	33,5	47,4	72,7	79,5	86,6	544,6
	Lame écoulée (Q)	7	10	19	26	27	27	23	25	28	30	16	10	248
Calcul pendant l'hiver (mm)	P-ETP	4,5	40,2	57,6	54,6	41,4	44,4	30,8	25,6	35	45,3	12,6		
	Etat de Ru en fin de mois	4,5	44,7	50	50	50	50	50	50	50	50	50		
	Variation de Rh	-7	-10	33,3	28,6	14,4	17,4	7,8	0,6	7	15,3	-3,4		
	Etat de la Rh en fin de mois (= Variations cumulées de Rh)	-7	-17	16,3	44,9	59,3	76,7	84,5	85,1	92,1	107,4	104		
Calcul pendant l'été (mm)	Demande vers Ru												13,2	
	Réponse de Ru												13,2	
	Demande cumulée vers Ru												13,2	
Valeurs annuelles de Ru, Rh et ETR (mm)	Etat de Ru en fin de mois	4,5	44,7	50	50	50	50	50	50	50	50	50	36,8	
	ETR	73,6	53,7	39	18,4	12,9	8,9	18,4	33,5	47,4	72,7	79,5	86,6	544,6
	Déficit Hydrique													0
	Variation de Rh	-7	-10	33,3	28,6	14,4	17,4	7,8	0,6	7	15,3	-3,4	-10	
	Variations cumulées de Rh = état en fin de mois	-7	-17	16,3	44,9	59,3	76,7	84,5	85,1	92,1	107,4	104	94	

Tableau 12 : Bilans hydrique et hydrologique du Bassin versant du Gier à Rive-de-Gier (1971-2000) avec l'E.T.P. calculée selon la formule de Thornthwaite (BANQUE HYDRO, METEO-FRANCE)

La pluviométrie du Bassin versant du Gier pendant l'année est de 923,4 mm. C'est un total légèrement inférieur à celui des bassins versants de la Déôme et de la Dunières. De ce point de vue, l'hiver est assez sec alors que le printemps et l'automne sont plutôt arrosés. L'évapotranspiration potentielle, avec 544,6 mm est nettement inférieure au total de précipitations reçues pendant l'année. Elle représente 59 % du total des précipitations. Elle n'atteint jamais 90 mm. Les altitudes sont assez élevées (sommet du bassin versant au Crêt de la Perdrix, à 1 432 mètres d'altitude). Seul le mois de juillet présente un Déficit

Climatique. Le bilan de l'eau, sur la période normale considérée (1971-2000), n'est donc pas inquiétant pour la gestion de la ressource en eau. La Réserve Utile est quasiment remplie toute l'année.

L'E.T.R. calculée avec la formule de Turc est de 513,7 mm, une valeur proche du résultat donné par la formule de Thornthwaite (544,6 mm). Le bilan P (Précipitations) – Q (Ecoulement) affiche 675,4 mm, ce qui est très éloigné des valeurs d'évapotranspiration potentielle et réelle.

Le Bassin versant du Ruisseau des Préaux à Bourg-Argental.



Photo 10 : Sol brun ocreux, Point n°12 (Y. BENMALEK, 31.07.2009)

Voici le descriptif des relevés réalisés à la tarière :

Point N°	Coordonnées				Description du milieu	Type de sol	Profondeur du sol mesurée à la tarière en cm
	Latitude °, min, s (Nord)	Longitude °, min, s (Est)	Lambert II étendu (X)	Lambert II étendu (Y)			
1	45°19'29,6''	4°28'56,7''	768250	2038340	Tapis de mousses, quelques ronces et jeunes sapins	Sol ocre podzolique	15
2	45°19'28,8''	4°28'56,2''	768240	2038315	-	Sol brun	15
3	45°19'25,5''	4°28'57,2''	768265	2038214	-	Sol brun	25
4	Coordonnées indisponibles				Sous-bois	Sol brun ocreux	15
5	Coordonnées indisponibles				Sous-bois	Sol brun ocreux	30
6	45°18'11,8''	4°29'1,8''	768780	2035951	Plantations de timbre-poste	Sol brun ocreux	25

Première partie : L'estimation de la ressource en eau

Point N°	Coordonnées				Description du milieu	Type de sol	Profondeur du sol mesurée à la tarière en cm
	Latitude °, min, s (Nord)	Longitude °, min, s (Est)	Lambert II étendu (X)	Lambert II étendu (Y)			
7	45°18'57,1''	4°29'25''	768894	2037354	Bouleaux, fougères	Sol brun	10
8	45°18'57,1''	4°29'25''	768894	2037354	Bouleaux, fougères	Sol brun	10
9	45°18'57,1''	4°29'25''	768894	2037354	Bouleaux, fougères	Sol brun	5
10	45°18'3,9''	4°32'18''	772677	2036899	Arène granitique, sol parfois inexistant	Ranker peu humifère ou sol brun acide colluvial	0 à 70
11	Coordonnées indisponibles				Sous-bois	Sol brun ocreux	30
12	45°19'22,7''	4°31'32''	771633	2038405	Sous-bois	Sol brun ocreux	15
13	45°19'22,7''	4°31'32''	771633	2038405	Sous-bois	Sol brun ocreux	10
14	45°19'22,7''	4°31'32''	771633	2038405	Sous-bois d'érables et de sapins	Sol brun ocreux	10

Tableau 13 : Localisation des relevés à la tarière et profondeur du sol

Type de sol	Nombre de relevés sur ce type de sol	Profondeur moyenne des relevés, en cm	Réserve Utile Maximale
Sol ocre podzolique	1	15	8
Sol brun ocreux	7	19	25
Sol brun	5	13	20
Ranker peu humifère ou sol brun acide colluvial	1	35	54

Tableau 14 : Types de sols, Profondeur des relevés, Réserve Utile Maximale sur le Bassin versant du Ruisseau des Préaux (J. BEAUCHAMP, S. CECCHINI, T. CURT, S. DOLE, J.-P. LEGROS, G. MARMEYS, CENTRES REGIONAUX DE LA PROPRIETE FORESTIERE)

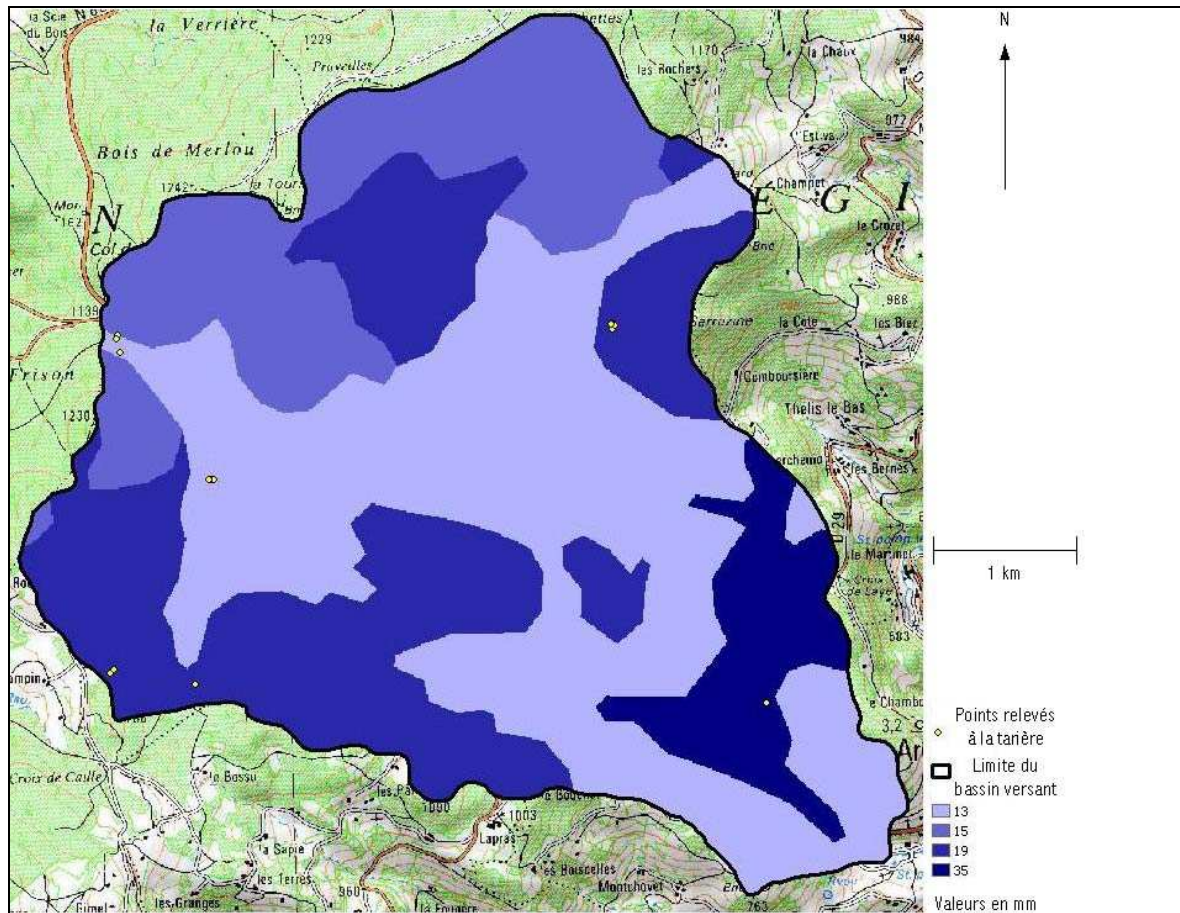


Figure 68 : Valeurs de la Réserve Utile sur le Bassin versant du Ruisseau des Préaux à Bourg-Argental entre le début du mois d'octobre et la fin du mois de mai - Période 1971-2000 (ATLAS DU PARC NATUREL REGIONAL DU PILAT, INSTITUT GEOGRAPHIQUE NATIONAL, METEO-FRANCE)

Sur le Bassin versant du Ruisseau des Préaux, la situation est nettement différente par rapport au Bassin versant du Furan. La capacité maximale de la Réserve Utile est très faible (elle atteint au maximum 35 mm). Les sondages effectués n'ont jamais donné de profondeurs très élevées. Ensuite, contrairement au Bassin versant du Furan, les secteurs boisés sont ceux qui bénéficient des capacités de rétention en eau les plus importantes. Les secteurs qui sont peuplés, cultivés ou en prairies ne présentent qu'une capacité maximale de 13 mm. Enfin, la durée durant laquelle la Réserve Utile est saturée en tous points du bassin versant est de huit mois contre neuf sur le Bassin versant du Furan.

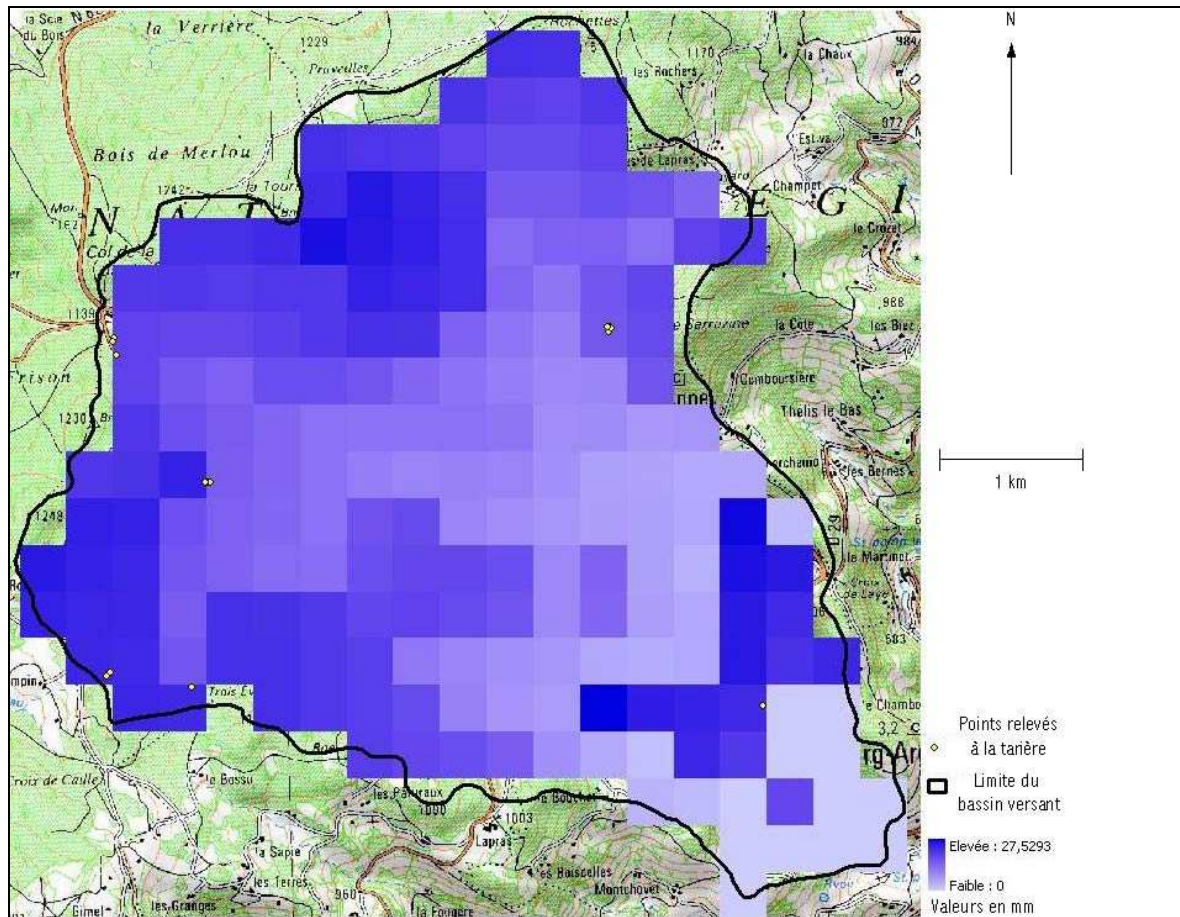


Figure 69 : Valeurs de la Réserve Utile sur le Bassin versant du Ruisseau des Préaux à Bourg-Argental à la fin du mois de juin - Période 1971-2000 (ATLAS DU PARC NATUREL REGIONAL DU PILAT, INSTITUT GEOGRAPHIQUE NATIONAL, METEO-FRANCE)

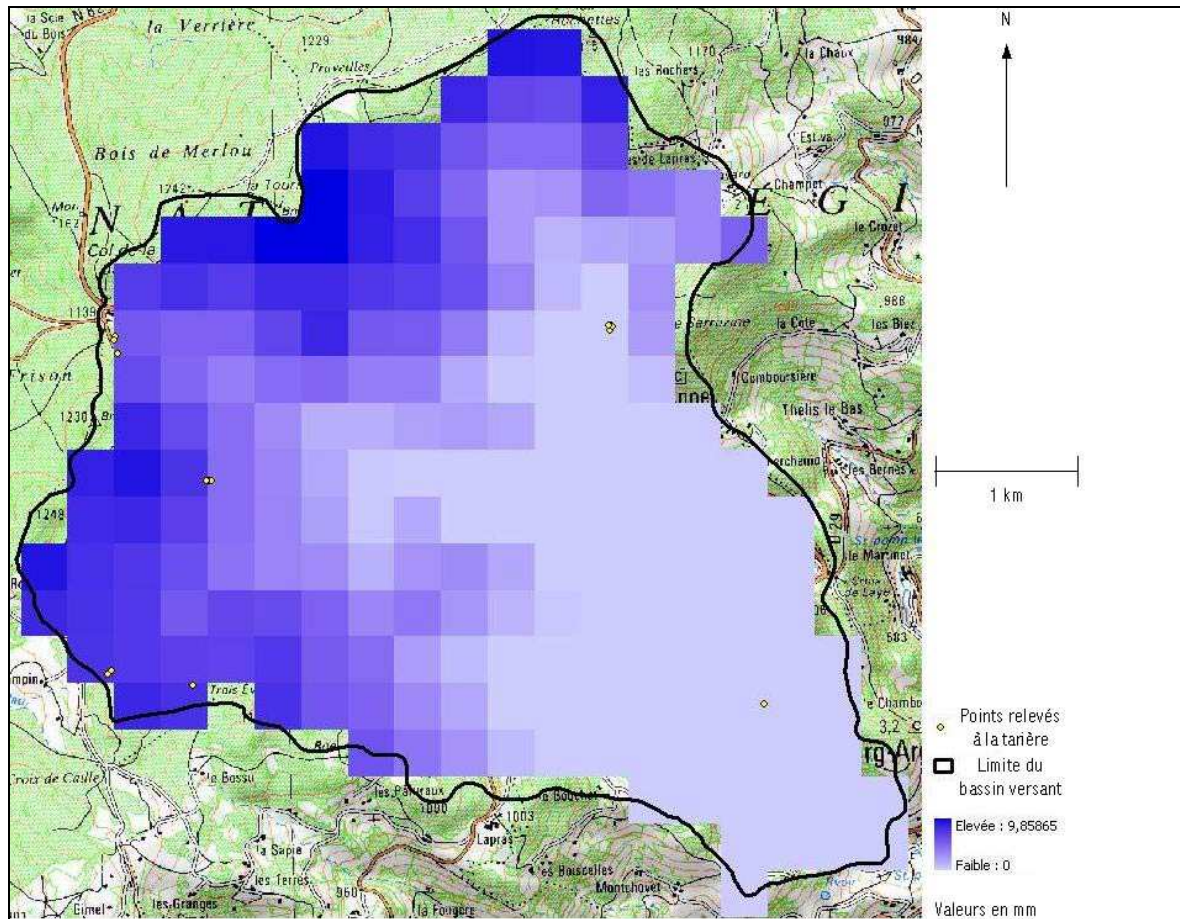


Figure 70 : Valeurs de la Réserve Utile sur le Bassin versant du Ruisseau des Préaux à Bourg-Argental à la fin du mois d'août - Période 1971-2000 (ATLAS DU PARC NATUREL REGIONAL DU PILAT, INSTITUT GEOGRAPHIQUE NATIONAL, METEO-FRANCE)

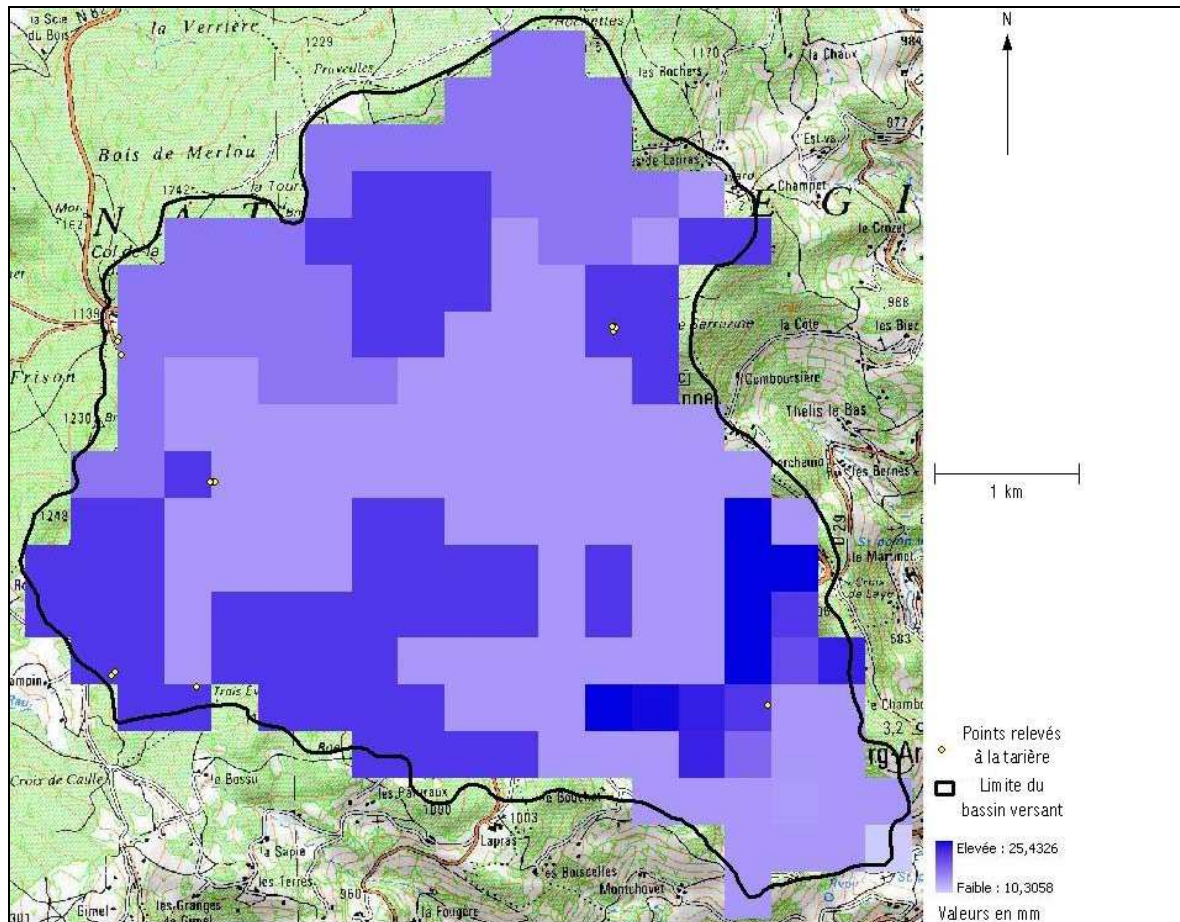


Figure 71 : Valeurs de la Réserve Utile sur le Bassin versant du Ruisseau des Préaux à Bourg-Argental à la fin du mois de septembre - Période 1971-2000 (ATLAS DU PARC NATUREL REGIONAL DU PILAT, INSTITUT GEOGRAPHIQUE NATIONAL, METEO-FRANCE)

La Réserve Utile est progressivement épuisée jusqu'à la fin du mois de juillet, où le déficit est entamé sur l'ensemble du bassin versant. Cette information n'apparaît pas sur les cartes présentées car cette situation est valable sur l'ensemble de la superficie. L'Argental (autre nom du Ruisseau des Préaux, nom attribué par le Réseau National de Données sur l'Eau) peut d'ailleurs présenter régulièrement des assècs. La Réserve Utile est très faible au mois d'août et retrouve un niveau acceptable en septembre. Le bassin versant n'est pas très peuplé et l'Argental n'est pas un cours d'eau très utilisé aujourd'hui. Comme de nombreux autres cours d'eau du massif, quelques industries s'étaient implantées sur le cours d'eau mais elles n'ont jamais bénéficié d'un débit très régulier. Avec des pentes élevées, une capacité de rétention en eau faible et une exposition au sud, ce sont trois critères défavorables en période de sécheresse.

Le Bassin versant de la Semène à Saint-Didier-en-Velay (Le Crouzet).

SEMENE 1971-2000		Hiver hydrologique											Eté hydro.	Total
		A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	
Données de base (mm)	Précipit.	82,1	99,6	108,5	82,1	65,5	63,5	54,6	64,3	92,5	126,7	92,5	75	1006,9
	ETP	70,4	50,8	37,5	16,8	11	6	14,4	28,7	42,3	68,4	74,1	81,9	502,3
	Lame écoulée (Q)	13	19	31	40	47	43	42	50	56	53	33	17	444
Calcul pendant l'hiver (mm)	P-ETP	11,7	48,8	71	65,3	54,5	57,5	40,2	35,6	50,2	58,3	18,4		
	Etat de Ru en fin de mois	11,7	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50		
	Variation de Rh	-13	-8,5	40	25,3	7,5	14,5	-1,8	-14,4	-5,8	5,3	-14,6		
	Etat de la Rh en fin de mois (= Variations cumulées de Rh)	-13	-21,5	18,5	43,8	51,3	65,8	64	49,6	43,8	49,1	34,5		
Calcul pendant l'été (mm)	Demande vers Ru												6,9	
	Réponse de Ru												6,9	
	Demande cumulée vers Ru												6,9	
Valeurs annuelles de Ru, Rh et ETR (mm)	Etat de Ru en fin de mois	11,7	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	43,1	
	ETR	70,4	50,8	37,5	16,8	11	6	14,4	28,7	42,3	68,4	74,1	81,9	502,3
	Déficit Hydrique													0
	Variation de Rh	-13	-8,5	40	25,3	7,5	14,5	-1,8	-14,4	-5,8	5,3	-14,6	-17	
	Variations cumulées de Rh = état en fin de mois	-13	-21,5	18,5	43,8	51,3	65,8	64	49,6	43,8	49,1	34,5	17,5	

Tableau 15 : Bilans hydrique et hydrologique du Bassin versant de la Semène à Saint-Didier-en-Velay (1971-2000) avec l'E.T.P. calculée selon la formule de Thornthwaite (BANQUE HYDRO, METEO-FRANCE)

Comme pour le Bassin versant de la Dunières, le Bassin versant de la Semène connaît une pluviométrie supérieure à 1 000 mm par an (1 006,9 mm), avec des maximums enregistrés pendant le printemps et pendant l'automne. Le cœur de l'hiver est la saison la moins arrosée. Du fait des altitudes souvent supérieures à 800 m, et à 1 000 m sur le haut bassin versant, l'évapotranspiration dépasse rarement 80 mm au cours d'un mois (juillet) et est parfois quasiment nulle (au cœur de l'hiver). Le total de l'évapotranspiration atteint 49,9 % des précipitations annuelles. La Réserve Utile est très peu affectée car il n'y a

pratiquement pas de Déficit Climatique (6,9 mm en juillet). L'évapotranspiration est pleinement satisfaite.

L'E.T.R. calculée avec la formule de Turc est de 488,4 mm, une valeur très proche du résultat donné par la formule de Thornthwaite (502,3 mm). Le bilan P (Précipitations) – Q (Ecoulement) affiche 562,9 mm, ce qui est assez proche des valeurs d'évapotranspiration potentielle et réelle.

Le Bassin versant de la Valencize à Chavanay.

VALENCIZE 1971-2000		Hiver hydrologique										Eté hydrologique		Total
		S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	
Données de base (mm)	Précipit.	88,4	114,2	90	66	69,5	59,6	63	89	103	80,9	65	71,1	959,7
	ETP	52,9	39,2	17,6	12,6	8,7	27,8	33,4	47,2	73,8	77,3	87,9	77,8	556,2
	Lame écoulée (Q)	7	23	30	36	36	31	34	39	34	17	7	4	298
Calcul pendant l'hiver (mm)	P-ETP	35,5	75	72,4	53,4	60,8	31,8	29,6	41,8	29,2	3,6			
	Etat de Ru en fin de mois	35,5	40	40	40	40	40	40	40	40	40			
	Variation de Rh	-7	47,5	42,4	17,4	24,8	0,8	-4,4	2,8	-4,8	-13,4			
	Etat de la Rh en fin de mois (= Variations cumulées de Rh)	-7	40,5	82,9	100,3	125,1	125,9	121,5	124,3	119,5	106,1			
Calcul pendant l'été (mm)	Demande vers Ru											22,9	6,7	
	Réponse de Ru											22,9	6,7	
	Demande cumulée vers Ru											22,9	29,6	
Valeurs annuelles de Ru, Rh et ETR (mm)	Etat de Ru en fin de mois	35,5	40	40	40	40	40	40	40	40	40	17,1	10,4	
	ETR	52,9	39,2	17,6	12,6	8,7	27,8	33,4	47,2	73,8	77,3	87,9	77,8	556,2
	Déficit Hydrique													0
	Variation de Rh	-7	47,5	42,4	17,4	24,8	0,8	-4,4	2,8	-4,8	-13,4	-7	-4	
	Variations cumulées de Rh = état en fin de mois	-7	40,5	82,9	100,3	125,1	125,9	121,5	124,3	119,5	106,1	99,1	95,1	

Tableau 16 : Bilans hydrique et hydrologique du Bassin versant de la Valencize à Chavanay (1971-2000) avec l'E.T.P. calculée selon la formule de Thornthwaite (BANQUE HYDRO, METEO-FRANCE)

Le Bassin versant de la Valencize connaît des tendances tout à fait comparables aux Bassins versants de la Déôme, de la Dunières, du Gier et de la Semène. Les précipitations sont un peu moins abondantes, car légèrement inférieures à 1 000 mm (959,7 mm). Le printemps et l'automne sont les saisons les plus arrosées, devant l'été, alors que l'hiver est la saison la plus sèche si l'on suit la normale de précipitations 1971-2000. L'évapotranspiration annuelle atteint 556,2 mm, soit 58 % du total précipité. Avec une grande partie du bassin versant située sur le plateau pélussinois et non en altitude, les températures sont plus élevées que pour les autres bassins versants. Il faut peut-être y voir aussi les influences climatiques méditerranéennes. La Réserve Utile est seulement entamée pendant le mois d'août et dans de faibles proportions (Déficit Climatique : 6,7 mm).

L'E.T.R. calculée avec la formule de Turc est de 528,1 mm, une valeur proche du résultat donné par la formule de Thornthwaite (556,2 mm). Le bilan P (Précipitations) – Q (Ecoulement) affiche 661,7 mm, ce qui est très éloigné des valeurs d'évapotranspiration potentielle et réelle.

Voici le descriptif des relevés réalisés à la tarière :

Point N°	Coordonnées				Description du milieu	Type de sol	Profondeur du sol mesurée à la tarière en cm
	Latitude °, min, s (Nord)	Longitude °, min, s (Est)	Lambert II étendu (X)	Lambert II étendu (Y)			
1	45°23'38,2''	4°36'56,1''	778466	2046307	Belvédère de la Faucharat	Sol ocre podzolique	10
2	45°24'27''	4°37'16,6''	778868	2047826	Sous-bois, fortes pentes, roches apparentes	Sol brun ocreux	15
3	45°24'27''	4°37'16,6''	778868	2047826	Sous-bois, fortes pentes, roches apparentes	Sol brun ocreux	20
4	45°24'27''	4°37'16,6''	778868	2047826	Sous-bois, fortes pentes, roches apparentes	Sol brun ocreux	15
5	45°24'19,9''	4°37'26,8''	779096	2047613	Forêt de hêtres, pente modérée	Sol brun ocreux	20
6	45°24'19,9''	4°37'26,8''	779096	2047613	Forêt de hêtres, pente modérée	Sol brun ocreux	10
7	45°24'19,9''	4°37'26,8''	779096	2047613	Forêt de hêtres, pente modérée	Sol brun ocreux	10
8	45°24'19,9''	4°37'26,8''	779096	2047613	Forêt de hêtres, pente modérée	Sol brun ocreux	10
9	45°24'19,9''	4°37'26,8''	779096	2047613	Forêt de hêtres, pente modérée	Sol brun ocreux	10
10	45°24'19,9''	4°37'26,8''	779096	2047613	Forêt de hêtres, pente modérée	Sol brun ocreux	5

Point N°	Coordonnées				Description du milieu	Type de sol	Profondeur du sol mesurée à la tarière en cm
	Latitude °, min, s (Nord)	Longitude °, min, s (Est)	Lambert II étendu (X)	Lambert II étendu (Y)			
11	45°26'1''	4°38'58,4''	780988	2051070	Forêt de hêtres, cailloux	Sol brun lessivé à pseudogley généralisé	50
12	45°26'1''	4°38'58,4''	780988	2051070	Forêt de hêtres, cailloux	Sol brun lessivé à pseudogley généralisé	20
13	45°26'1''	4°38'58,4''	780988	2051070	Forêt de hêtres, cailloux	Sol brun lessivé à pseudogley généralisé	15
14	45°26'1,8''	4°39'0,2''	781059	2051319	Forêt de hêtres	Sol brun	35
15	Coordonnées indisponibles				A proximité de la D 62, à 200 mètres de la Croix de Montvieux	Ranker peu humifère ou sol brun acide colluvial	50
16	45°26'45,1''	4°38'16,9''	780054	2052126	Cailloux	Ranker peu humifère ou sol brun acide colluvial	15

Tableau 17 : Localisation des relevés à la tarière et profondeur du sol

Compte tenu des références bibliographiques dont nous disposons, des types de sols et de la profondeur des relevés effectués à la tarière, nous avons estimé la R.U. pour les différents types de sols du bassin versant. Nous aboutissons à une R.U. moyenne pour le Bassin versant de la Valencize à Chavanay de 40 mm.

Type de sol	Nombre de relevés sur ce type de sol	Profondeur moyenne des relevés, en cm	Réserve Utile Maximale	% du type de sol sur l'ensemble du bassin versant
Sol ocre podzolique	1	10	5	10,61
Sol brun ocreux	9	13	17	4,27
Sol brun	1	35	53	47,94
Association de sols bruns acides et de sols bruns lessivés	-	-	20	18,82
Sol brun lessivé à pseudogley généralisé	3	28	50	4,48
Ranker cryptopodzolique	-	24 (cf. Furan)	8	0,07
Ranker peu humifère ou sol brun acide colluvial	2	33	51	13,81

Tableau 18 : Types de sols, Profondeur des relevés, Réserve Utile Maximale sur le Bassin versant de la Valencize (J. BEAUCHAMP, S. CECCHINI, T. CURT, S. DOLE, J.-P. LEGROS, G. MARMEYS, CENTRES REGIONAUX DE LA PROPRIETE FORESTIERE)

Les sols bruns sont présents en grande majorité sur le Bassin versant de la Valencize à Chavanay. Ils ne sont pas présents sur les lignes de crêtes de bassin versant (rankers). Les sols bruns ont une capacité de rétention en eau assez intéressante mais les profondeurs relevées n'ont jamais été très importantes. Compte tenu des difficultés d'accès à certains sites, comme sur le Bassin versant de l'Ecotay, nous nous sommes appuyés sur les références proposées par la bibliographie et sur d'autres bassins versants pour déterminer la profondeur du sol.

Quel que soit le bassin versant considéré, la ressource en eau est quantitativement très bien assurée dans une situation dite normale. L'été est la période la plus propice à des phénomènes de sécheresse sur les cinq bassins versants, plutôt en raison de températures plus élevées que du fait d'une pluviométrie plus faible. Le printemps (notamment le mois de mai) est la période où les précipitations sont plus abondantes. C'est une période-clé, critique au cas où les précipitations seraient insuffisantes. La Réserve Utile serait alors directement affectée alors que les cultures sont en pleine croissance. En se basant uniquement sur les températures moyennes annuelles et sur les précipitations moyennes annuelles, les résultats obtenus par la formule de Turc sont très proches des résultats donnés par la formule de Thornthwaite. Ces résultats sont toutefois différents d'environ 150 mm avec la différence $P - Q$, qui doit théoriquement représenter l'évapotranspiration à l'échelle d'une année. Les résultats donnés par les formules sous-estiment-ils l'évapotranspiration réelle ? Les données d'écoulement fournis par la Banque Hydro, il est vrai calculées sur une période légèrement plus récente, sont-ils surestimés ? La différence $P - Q$ doit-elle se mesurer sur un pas de temps plus long qu'une année ? Seule la mesure concrète de l'évapotranspiration sur le terrain pourrait nous apporter une réponse définitive.

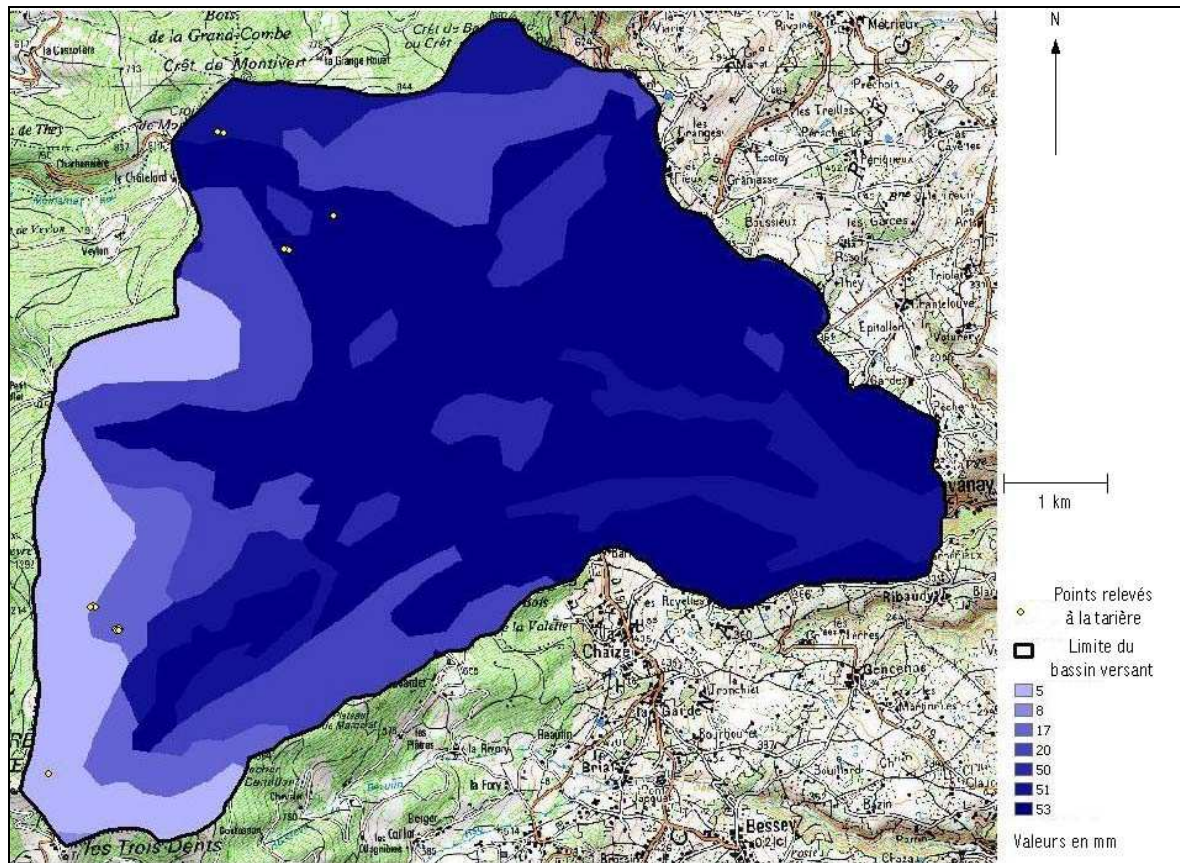


Figure 72 : Valeurs de la Réserve Utile sur le Bassin versant de la Valencize à Chavanay entre le début du mois d'octobre et la fin du mois de mai - Période 1971-2000 (ATLAS DU PARC NATUREL REGIONAL DU PILAT, INSTITUT GEOGRAPHIQUE NATIONAL, METEO-FRANCE)

Les valeurs de Réserve Utile sont supérieures au Bassin versant du Ruisseau des Préaux, et comparables à celles du Bassin versant du Furan. A l'exception de la ligne de crête occidentale, aux sols minces et non cultivés, le Bassin versant de la Valencize est composé de sols qui ont une capacité de rétention en eau correcte, surtout en deçà de 800 mètres d'altitude. La présence du soleil et des températures plus élevées que sur le reste du territoire d'étude sont des facteurs favorables à la présence des vignes sur les coteaux rhodaniens et des vergers sur le plateau pélussinois.

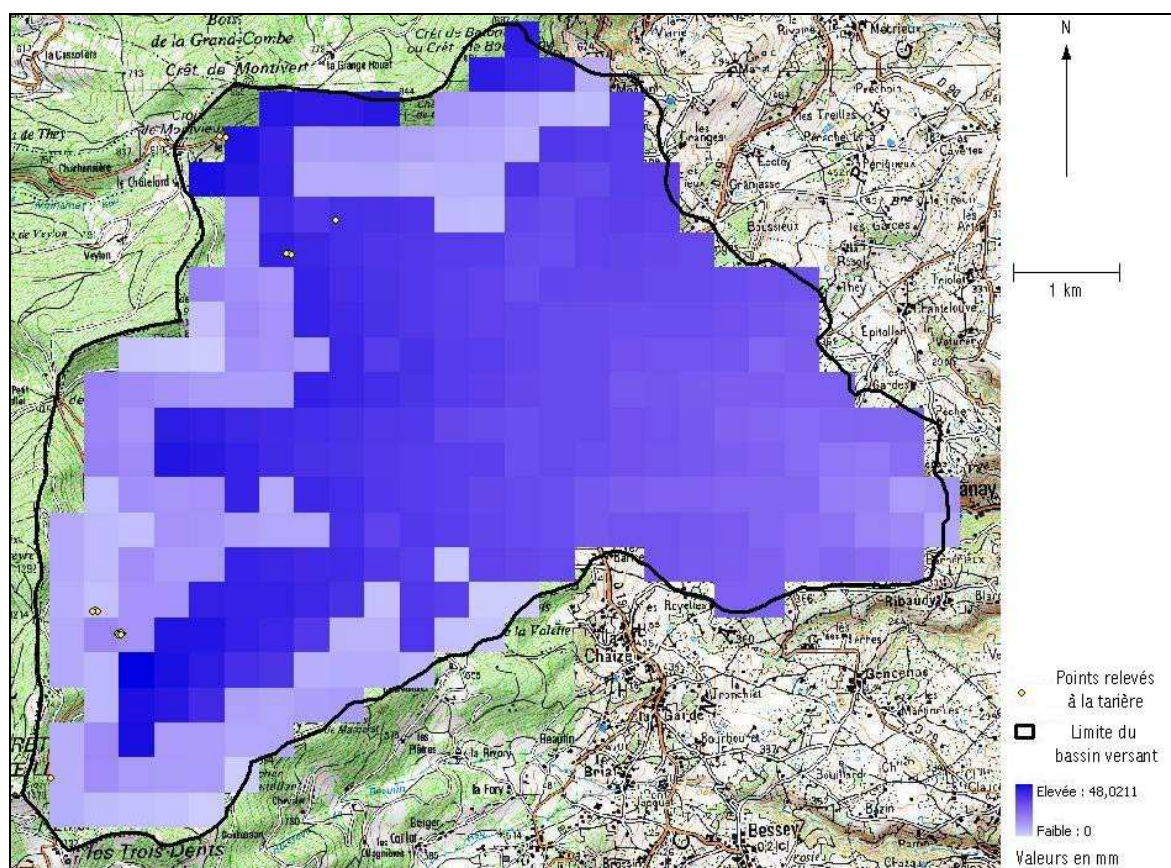


Figure 73 : Valeurs de la Réserve Utile sur le Bassin versant de la Valencize à Chavanay à la fin du mois de juin - Période 1971-2000 (ATLAS DU PARC NATUREL REGIONAL DU PILAT, INSTITUT GEOGRAPHIQUE NATIONAL, METEO-FRANCE)

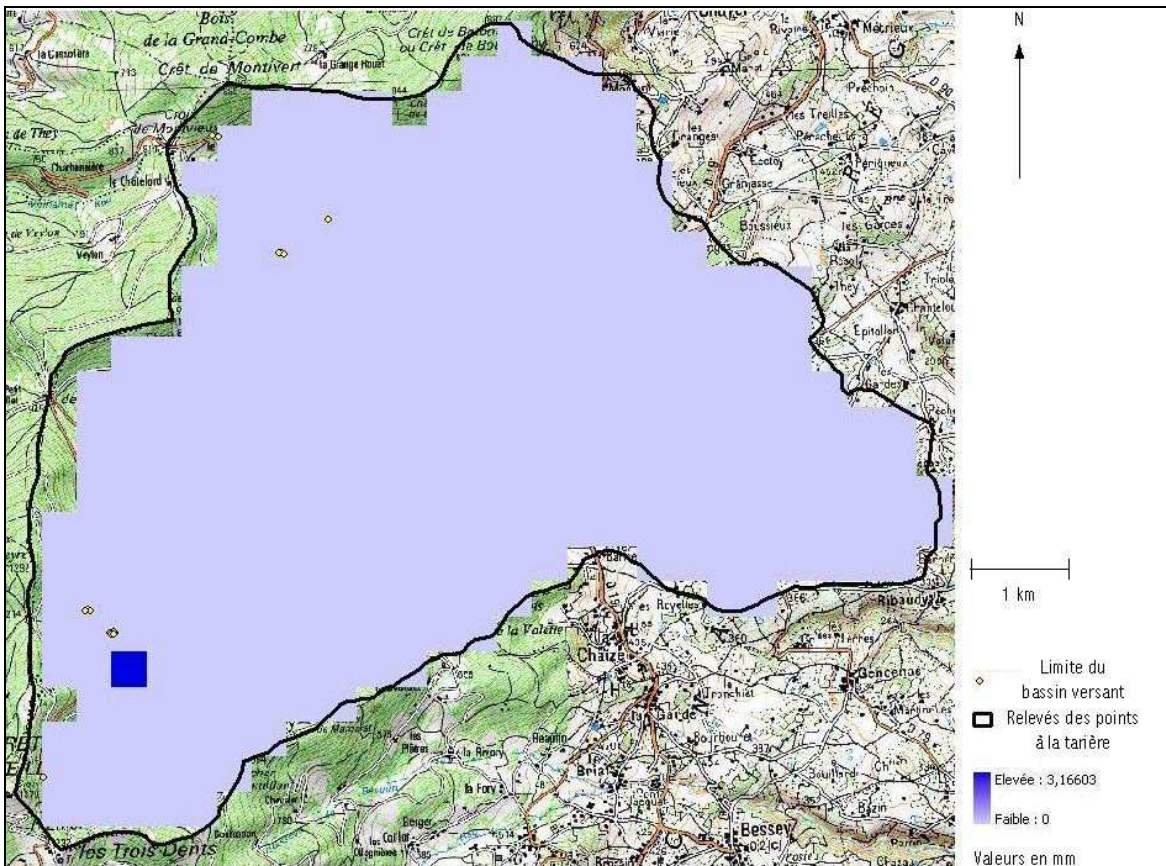


Figure 74 : Valeurs de la Réserve Utile sur le Bassin versant de la Valencize à Chavanay à la fin du mois de juillet - Période 1971-2000 (ATLAS DU PARC NATUREL REGIONAL DU PILAT, INSTITUT GEOGRAPHIQUE NATIONAL, METEO-FRANCE)

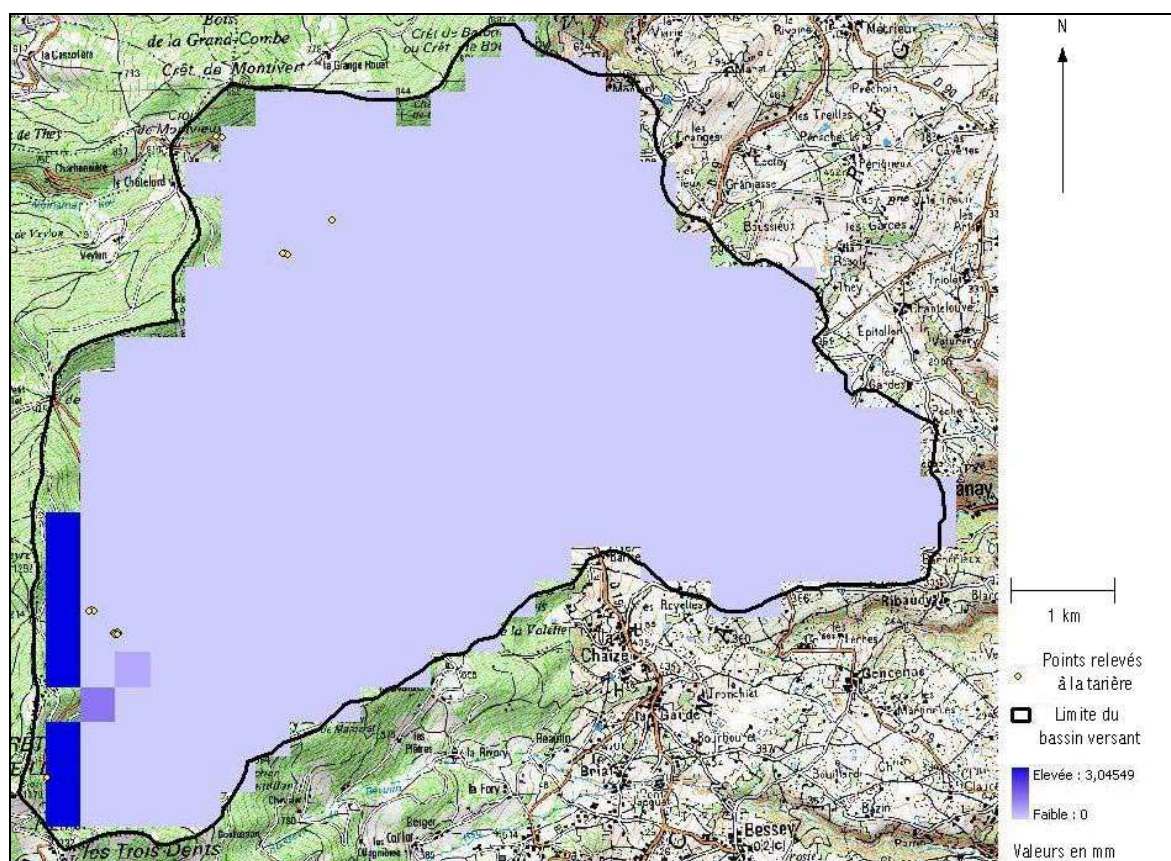


Figure 75 : Valeurs de la Réserve Utile sur le Bassin versant de la Valencize à Chavanay à la fin du mois d'août - Période 1971-2000 (ATLAS DU PARC NATUREL REGIONAL DU PILAT, INSTITUT GEOGRAPHIQUE NATIONAL, METEO-FRANCE)

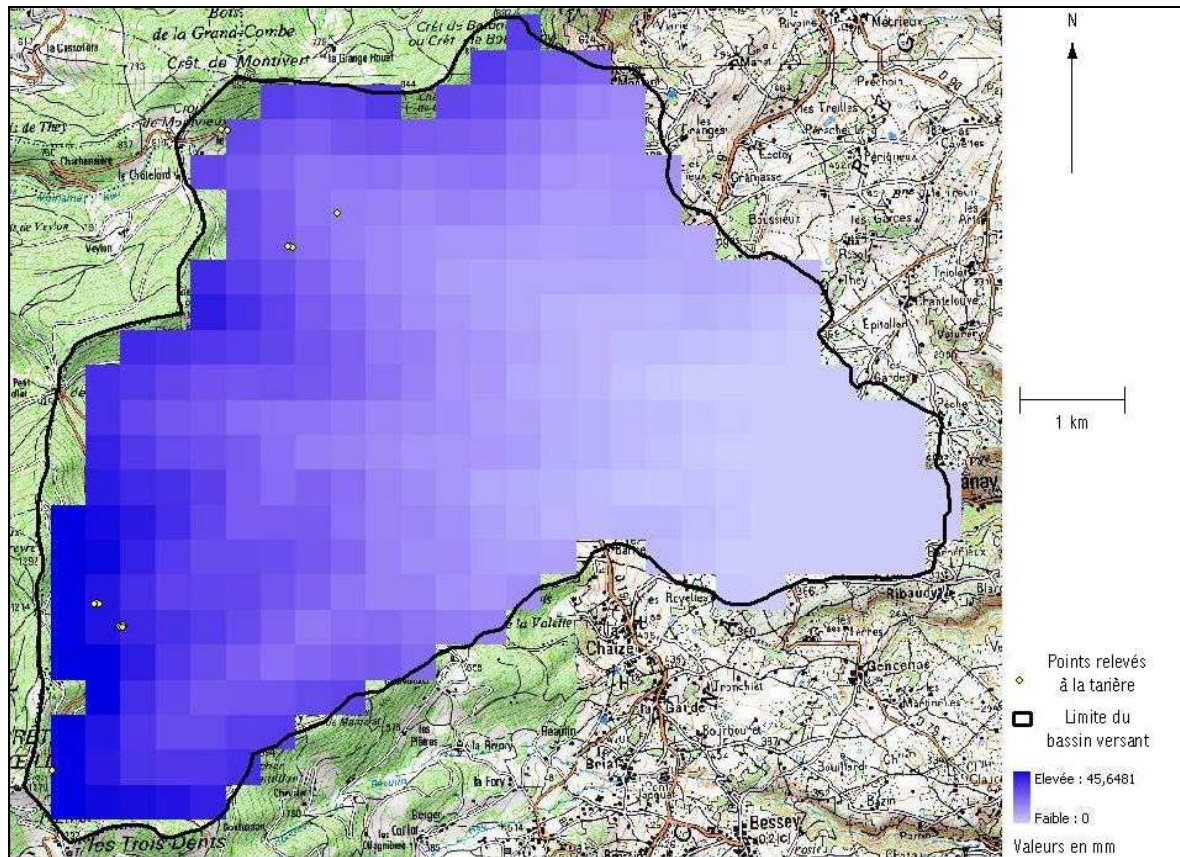


Figure 76 : Valeurs de la Réserve Utile sur le Bassin versant de la Valencize à Chavanay à la fin du mois de septembre - Période 1971-2000 (ATLAS DU PARC NATUREL REGIONAL DU PILAT, INSTITUT GEOGRAPHIQUE NATIONAL, METEO-FRANCE)

Malgré la présence de sols assez favorables au maintien d'une réserve en eau suffisante pendant la période estivale, juillet et août sont deux mois critiques sur le Bassin versant de la Valencize. Ce sont deux mois où les apports en eau par l'irrigation peuvent être importants. Si une sécheresse se déclenche au printemps, la situation hydrologique peut d'ailleurs devenir rapidement très difficile sur le plateau pélussinois. La Réserve Utile se reconstitue peu à peu au début de l'année hydrologique, surtout en altitude. Il est très fréquent d'observer de nombreux affluents asséchés en rive droite du Rhône, alors que nous ne nous trouvons globalement pas en situation de sécheresse. Le Bassin versant de la Valencize est le secteur le plus sévèrement touché par les épisodes de sécheresse depuis 1976. Avec la Vallée de la Loire, c'est aussi la région où les différents types de sécheresse surviennent le plus rapidement. Compte tenu des influences climatiques méditerranéennes et d'une altitude relativement faible (autour de 400 mm près de Pélussin), cette situation n'est pas surprenante. Notre étude ne prend pas en compte la vitesse du vent en Vallée du Rhône, qui peut constituer un facteur propice à l'évapotranspiration.

Nous proposons ici un tableau récapitulatif du comportement des différents bassins versants avant de nous intéresser plus précisément à l'écoulement des cours d'eau. Le comportement des bassins versants est tout à fait comparable et c'est fort logique dans un environnement aussi proche. La saison la plus sèche est l'hiver, la plus humide est soit le printemps soit l'automne. Du fait d'une altitude plus faible, donc de précipitations plus faibles et de températures plus élevées, les bassins versants du Gier et de la Valencize enregistrent une évapotranspiration plus importante et un écoulement moins abondant que les bassins versants de la Déôme, de la Dunières et de la Semène.

		Bassin versant – Cours d'eau				
		Déôme	Dunières	Gier	Semène	Valencize
Caractéristiques du bassin versant	Superficie en km²	160	228	425	155	36
	Longueur du cours d'eau principal en km	29,2	41	44	47	-
	Pente moyenne du cours d'eau en %	2,9	1,9	2,6	1,6	-
	Se jette dans	La Cance	Le Lignon du Velay	Le Rhône	La Loire	Le Rhône
	Bassin hydrographique principal	Rhône	Loire	Rhône	Loire	Rhône
	Informations sur l'occupation du sol et la démographie du bassin versant	Lent déclin démographique Ancienne vallée industrielle Reprise forestière	Vallée industrielle	Basse vallée en déclin démographique, vallée industrielle. Bassin versant agricole en rive gauche, forestier en rive droite	13 000 habitants Bassin versant agro-forestier	Bassin versant agro-forestier
Diagramme ombrothermique	Saison la plus sèche	Hiver	Hiver	Hiver	Hiver	Hiver
	Saison la plus humide	Automne	Automne	Printemps	Printemps	Printemps et Automne
Bilan Hydrique et Réserve Utile	Précipitations en mm	1 073,1	1 049,9	923,4	1 006,9	959,7
	ETP Thornthwaite en mm	515,4	502,8	544,6	502,3	556,2

		Bassin versant – Cours d'eau				
		Déôme	Dunières	Gier	Semène	Valencize
	Ecoulement annuel en mm	409	428	248	444	298
	Réserve Utile entamée en :	Août	Juillet et Août	Juillet et Août	Juillet et Août	Juillet, Août et Septembre
	Déficit Hydrique en mm	0	0	0	0	0
	ETR Turc en mm	504,9	492,3	513,7	488,4	528,1
	ETR / Précipitations en %	47,05	46,89	55,63	48,51	55,03

Tableau 19 : Tableau récapitulatif des caractéristiques des bassins versants, des informations principales données par le Diagramme ombrothermique et le Bilan Hydrique par bassin versant

Chapitre 5 : Les débits mesurés dans les cours d'eau : vers une diminution des écoulements ?

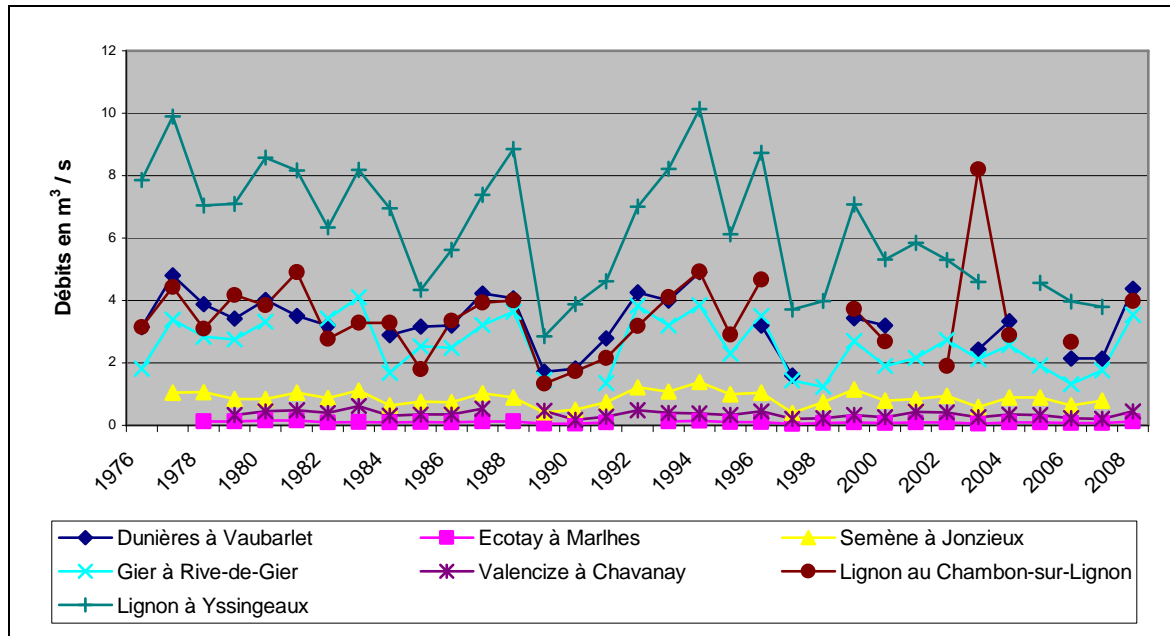


Figure 77 : Débits annuels des cours d'eau de la zone d'étude entre 1976 et 2009 (Banque HYDRO)

Cours d'eau	Station	Equation de la droite de régression issue de la figure n°77 page 129	Coefficient de détermination R²
Dunières	Sainte-Sigolène (Vaubarlet)	$y = -0,0263x + 3,7041$	0,08
Ecotay	Marlhès	$y = -0,0015x + 0,1205$	0,2193
Gier	Rive-de-Gier	$y = -0,026x + 3,0333$	0,0875
Lignon	Le Chambon-sur-Lignon	$y = 0,0102x + 3,3106$	0,0051
Lignon	Yssingeaux	$y = -0,1117x + 8,1238$	0,2688
Semène	Jonzieux	$y = -0,0041x + 0,9337$	0,0264
Valencize	Chavanay	$y = -0,0046x + 0,4412$	0,1459

Tableau 20 : Débits annuels des cours d'eau de la zone d'étude - Equations des droites de régression et des coefficients de détermination

La figure n°77 page 129 montre l'évolution des débits annuels des cours d'eau depuis 1976. Le débit du Lignon du Velay à Yssingeaux, très irrégulier en fonction des années, montre une tendance générale à la baisse, car il est passé de 7 à 5 mètres cubes par

seconde entre le milieu des années 1970 et le début des années 2000. Le coefficient directeur de la droite de régression, d'équation $ax + b$, est de loin le plus faible des sept cours d'eau où les débits sont mesurés régulièrement depuis 1976 (-0,1117). Le coefficient de détermination est aussi le plus élevé de tous : 0,2688. La décroissance serait donc plus régulière que pour les autres cours d'eau. Le Lignon au Chambon-sur-Lignon est paradoxalement le seul cours d'eau dont les débits annuels augmentent, avec une forte irrégularité cependant. Une pluviométrie moyenne déficitaire, une augmentation des températures provoquant une hausse de l'évaporation, mais aussi une croissance de la population sur le bassin versant éventuellement corrélée avec une augmentation des prélèvements pourrait expliquer ce phénomène. Nous avons tenté de démontrer une relation entre la hauteur maximale d'enneigement et les variations de débit du Lignon à Yssingaux et au Chambon-sur-Lignon (figure n°78 page 130).

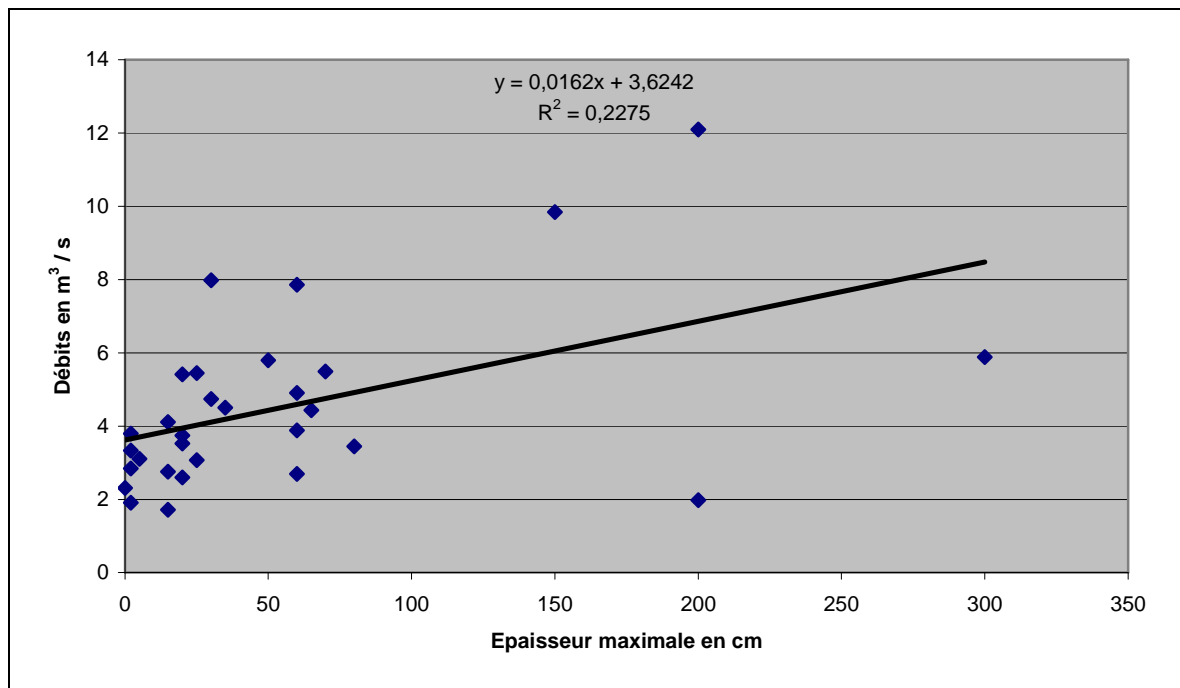


Figure 78 : Rapport entre enneigement maximum de la saison hivernale sur le nord-est de la Haute-Loire et les débits moyens du Lignon au Chambon-sur-Lignon entre 1976 et 2009 (mars-avril)

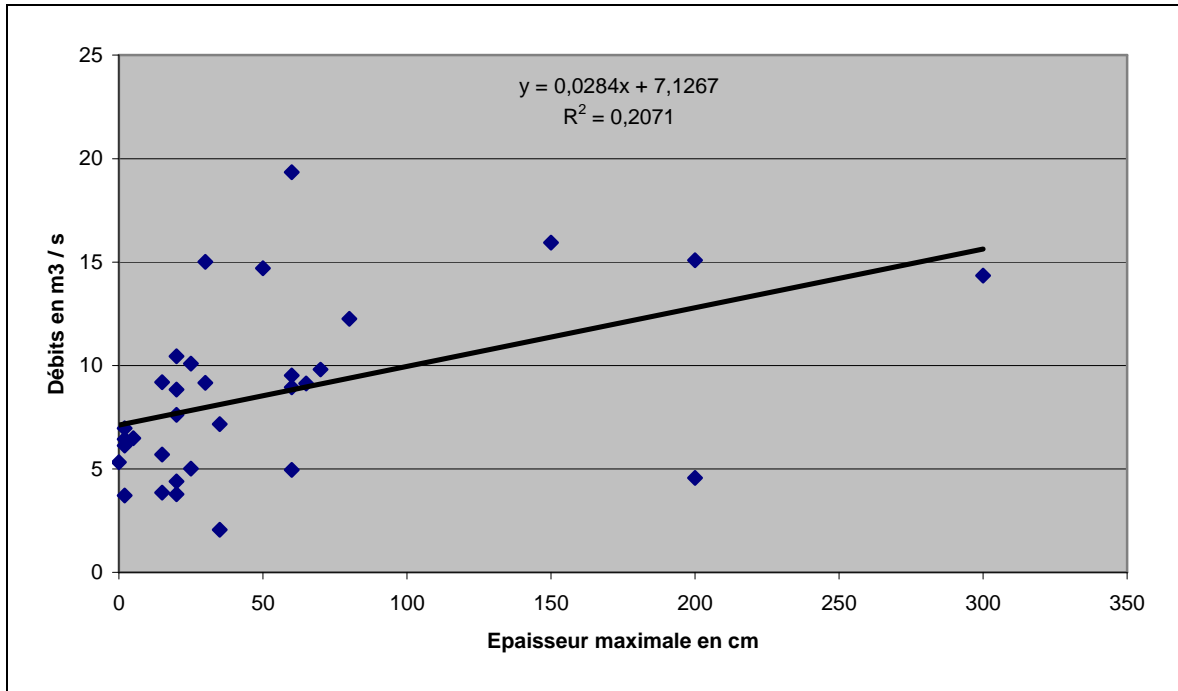


Figure 79 : Rapport entre enneigement maximum de la saison hivernale sur le nord-est de la Haute-Loire et les débits moyens du Lignon à Yssingaux entre 1976 et 2009 (mars-avril)

Bien que le régime de tous les cours d'eau du territoire d'étude soit pluvial, certains d'entre eux connaissent deux débits maximums pendant l'année hydrologique. C'est le cas du Lignon, dont les apports de début de printemps pourraient être influencés et favorisés par la fonte des neiges. Nous avons tenté de mettre en relation l'enneigement maximum enregistré pendant la saison hivernale avec les débits du Lignon du Velay pendant la période mars – avril. Si nous constatons une augmentation des débits avec un enneigement plus important, le coefficient de détermination est faible (0,2071 à Yssingaux et 0,2275 au Chambon-sur-Lignon). Il y a donc d'autres facteurs qui concourent à l'élévation des débits pendant cette période de transition entre hiver et printemps.

P. GRES, de la F.D.P.P.M.A. de la Loire, affirme que les pêcheurs ligériens constatent chaque année de moins en moins d'eau dans les cours d'eau du département et met en cause l'augmentation des captages sur les bassins versants.

Trente ans sont insuffisants pour expliquer l'évolution d'un cours d'eau, surtout marqué par de telles irrégularités interannuelles, mais la baisse du débit pose question. Cette baisse est aussi sensible sur le même cours d'eau plus en amont, au Chambon-sur-Lignon, dont les valeurs de débit se confondent quasiment avec la Dunières à Vaubarlet.

Donnée étonnante : la valeur moyenne de débit du Lignon au Chambon-sur-Lignon est supérieure en 2003 à la valeur enregistrée à Yssingeaux. La retenue a stocké 20 M m³ pendant l'épisode de fortes précipitations des 2 et 3 décembre 2003.

Pour les autres cours d'eau, la tendance à la baisse se confirme pour le Gier à Rive-de-Gier malgré là aussi une certaine irrégularité dans les résultats. 1989 et 1997 symbolisent deux années d'étiage pour la Semène à Jonzieux. L'étiage apparaît lorsque le débit présent 270 jours par an n'est pas atteint. L'étiage est aggravé lorsque le débit présent 355 jours par an n'est pas atteint.

L'Ecotay connaît lui aussi une légère baisse de ses très faibles débits.

L'écoulement des cours d'eau diminue au fur et à mesure des années, à l'inverse des précipitations. Y a-t-il augmentation des prélèvements et / ou de l'évapotranspiration ? Comment expliquer la différence entre les quantités d'eau précipitées et écoulées ?

Chapitre 6 : Quels paramètres peuvent être mis en relation avec le coefficient d'écoulement ?

Bassin versant à la station hydrométrique	Précipitations moyennes annuelles 1971-2000 (en mm)	Lame d'eau écoulée en mm - Synthèse Banque Hydro	Coefficient d'écoulement
Auze (Araules)	1115,63	347	0,311
Déôme (Saint-Julien-Molin-Molette)	1072,48	421	0,393
Dorlay (La Terrasse-sur-Dorlay)	1093,8	633	0,579
Dunières (Dunières)	1097,51	450	0,410
Dunières (Sainte-Sigolène)	1049,18	438	0,417
Ecotay (Marlhes)	1066,47	575	0,539
Furan (Le Bessat)	1125,24	596	0,530
Furan (Andrézieux-Bouthéon)	881,21	432	0,490
Gier (Saint-Chamond)	943,43	361	0,383
Gier (Rive-de-Gier)	922,7	257	0,279
Ruisseau des Préaux (Bourg-Argental)	1098,49	612	0,557
Semène (Jonzieux)	1057,37	489	0,462
Semène (Saint-Didier-en-Velay)	1006,25	450	0,447
Valencize (Chavanay)	958,38	308	0,321

Tableau 21 : Les précipitations moyennes annuelles, la lame d'eau écoulée et le coefficient d'écoulement sur les bassins versants du territoire d'étude (Banque HYDRO, METEO-FRANCE)

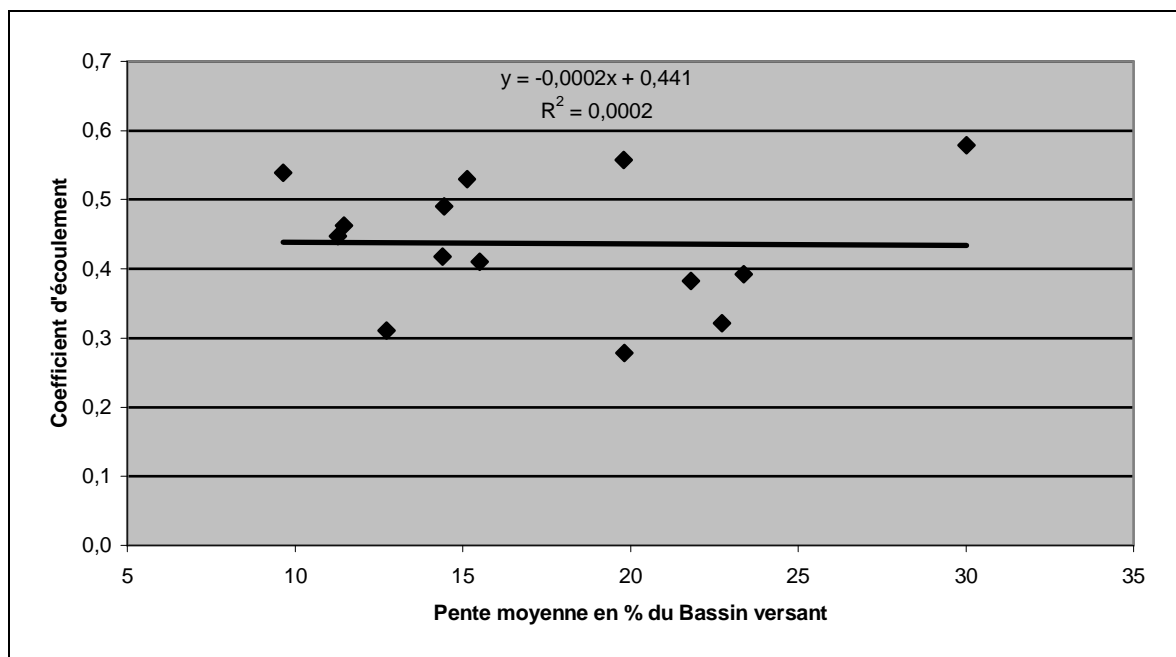


Figure 80 : Rapport entre la Pente moyenne du bassin versant en % et le coefficient d'écoulement

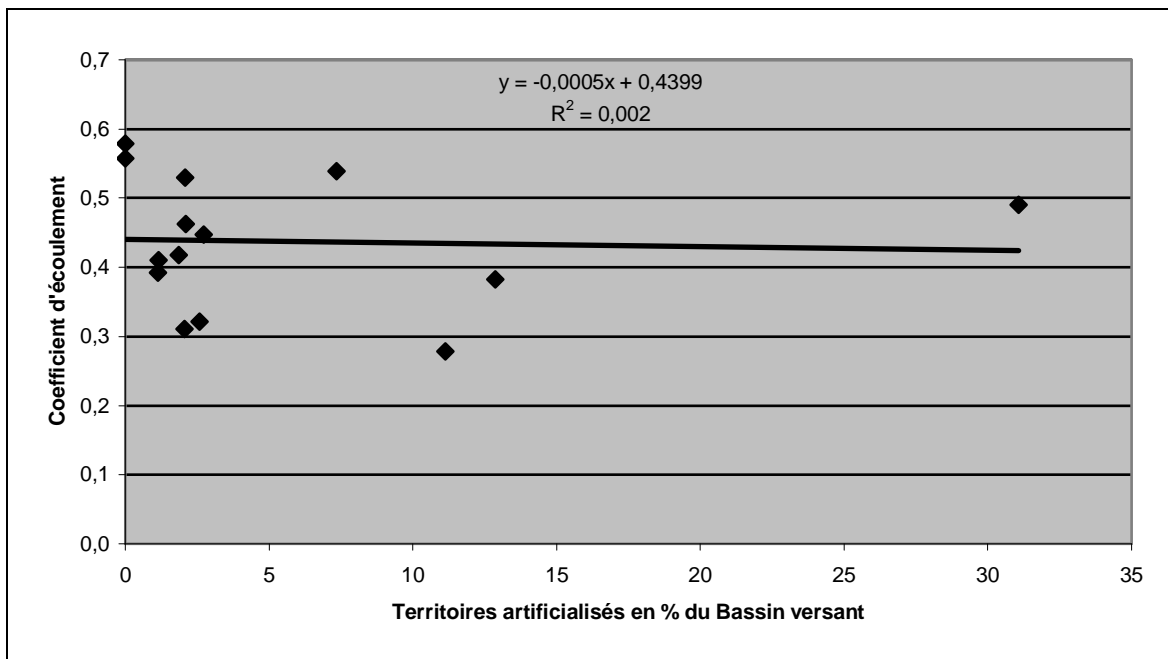


Figure 81 : Rapport entre les territoires artificialisés et le coefficient d'écoulement (I.F.EN. CORINE LAND COVER 2000)

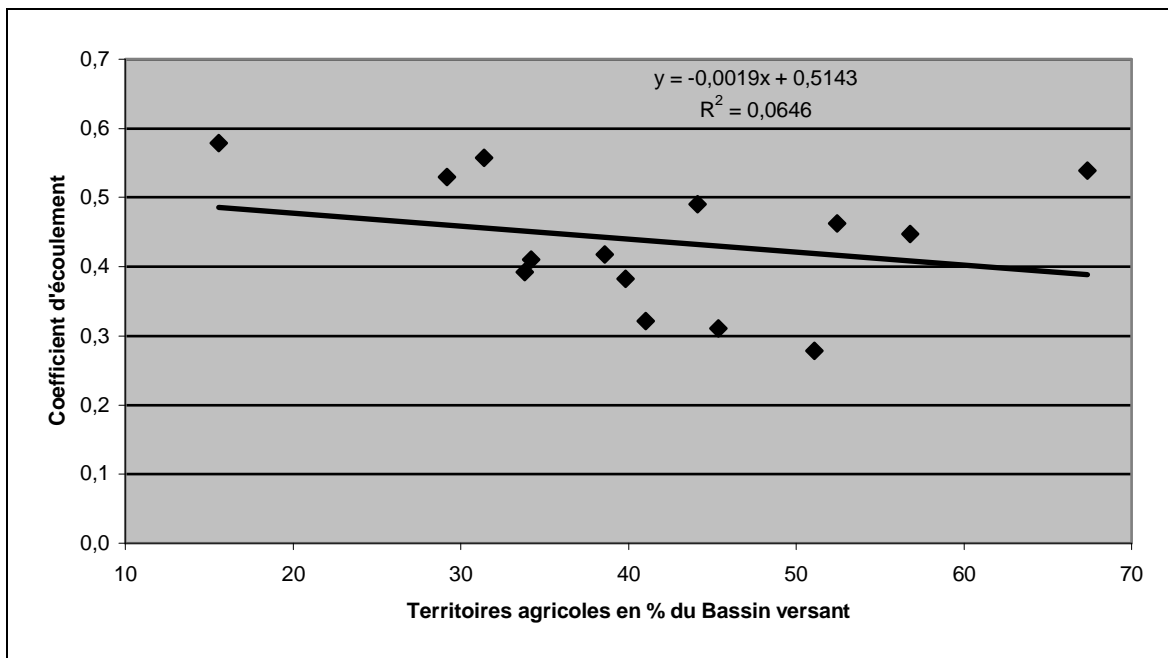


Figure 82 : Rapport entre les territoires agricoles et le coefficient d'écoulement (I.F.EN. CORINE LAND COVER 2000)

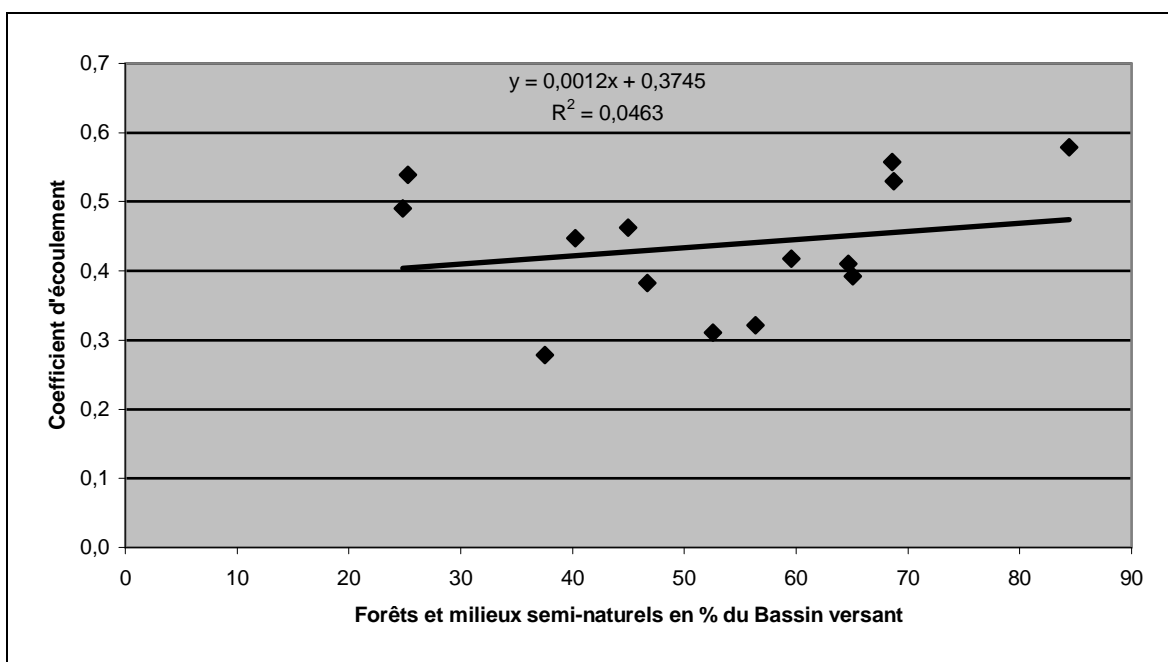


Figure 83 : Rapport entre les forêts et milieux semi-naturels et le coefficient d'écoulement (I.F.EN. CORINE LAND COVER 2000)

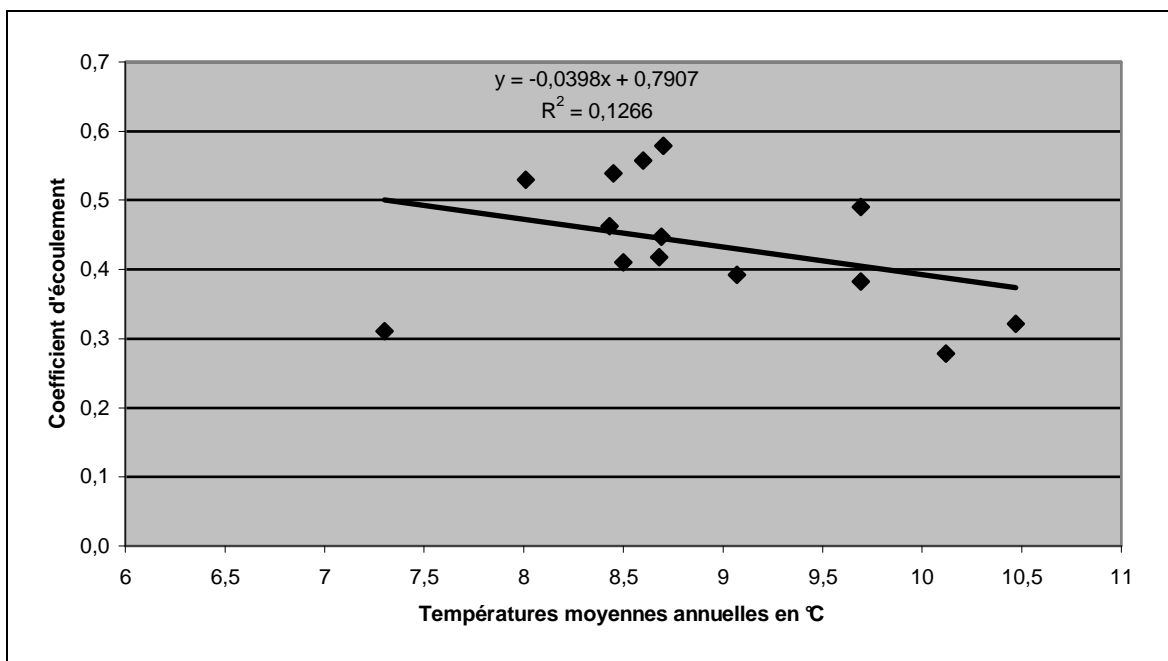


Figure 84 : Rapport entre les températures moyennes annuelles en °C (1971-2000) et le coefficient d'écoulement (METEO-FRANCE)

Nous avons établi l'hypothèse suivante : un bassin versant fortement pentu est synonyme de ruissellement et d'écoulement accéléré. Pour travailler sur la pente moyenne des bassins versants, nous avons utilisé le Modèle Numérique de Terrain et le découpage manuel des bassins versants que nous avons effectués sous ArcGIS 9.2. Si une relation entre forte pente et fort écoulement peut se vérifier en cas de fortes précipitations, cela ne se produit pas en période normale. Le coefficient d'écoulement ne varie donc absolument pas en fonction de la pente.

Peu de bassins versants comportent un pourcentage de territoires artificialisés important. Nous sommes la plupart du temps en milieu rural. Notre hypothèse était que le coefficient d'écoulement augmente si le pourcentage de territoires artificialisés est important. Il n'y a visiblement aucune relation entre les deux paramètres.

Nous avons tenté de mettre en évidence un rapport entre territoires agricoles et coefficient d'écoulement. Notre hypothèse était que la part de territoires agricoles au sein d'un bassin versant pouvait conduire à l'augmentation du coefficient d'écoulement par le biais de la construction et de l'entretien de réseaux de drainage. La figure n°82 page 134 montre qu'il n'y a aucune relation entre les deux paramètres.

Nous avons tenté de démontrer une relation entre le pourcentage de forêts et de milieux semi-naturels au sein d'un bassin versant et le coefficient d'écoulement. Notre hypothèse était que le coefficient d'écoulement diminuait si ce pourcentage augmentait. La forêt a une capacité d'interception de l'eau élevée. Elle puise l'eau du sol grâce aux racines. La figure n°83 page 135 construit à partir des deux paramètres montre qu'il n'y a pas de relation entre la couverture forestière et le coefficient d'écoulement au sein d'un bassin versant.

Nous avons enfin tenté de démontrer une relation entre les températures moyennes annuelles et le coefficient d'écoulement. Nous avons pour hypothèse que le coefficient d'écoulement diminuait au fur et à mesure que les températures augmentaient. Encore une fois, aucune relation n'a pu être démontrée à partir de ces deux paramètres.

Nous n'avons donc pu établir aucun élément explicatif de la différence entre les coefficients d'écoulement des bassins versants. Cette différence est pourtant importante. A l'échelle moyenne, comment expliquer que le Bassin versant du Dorlay ne conserve pas la moitié de l'eau qu'il reçoit, pendant que le Bassin versant du Gier dont il fait partie en absorbe près des trois quarts ?

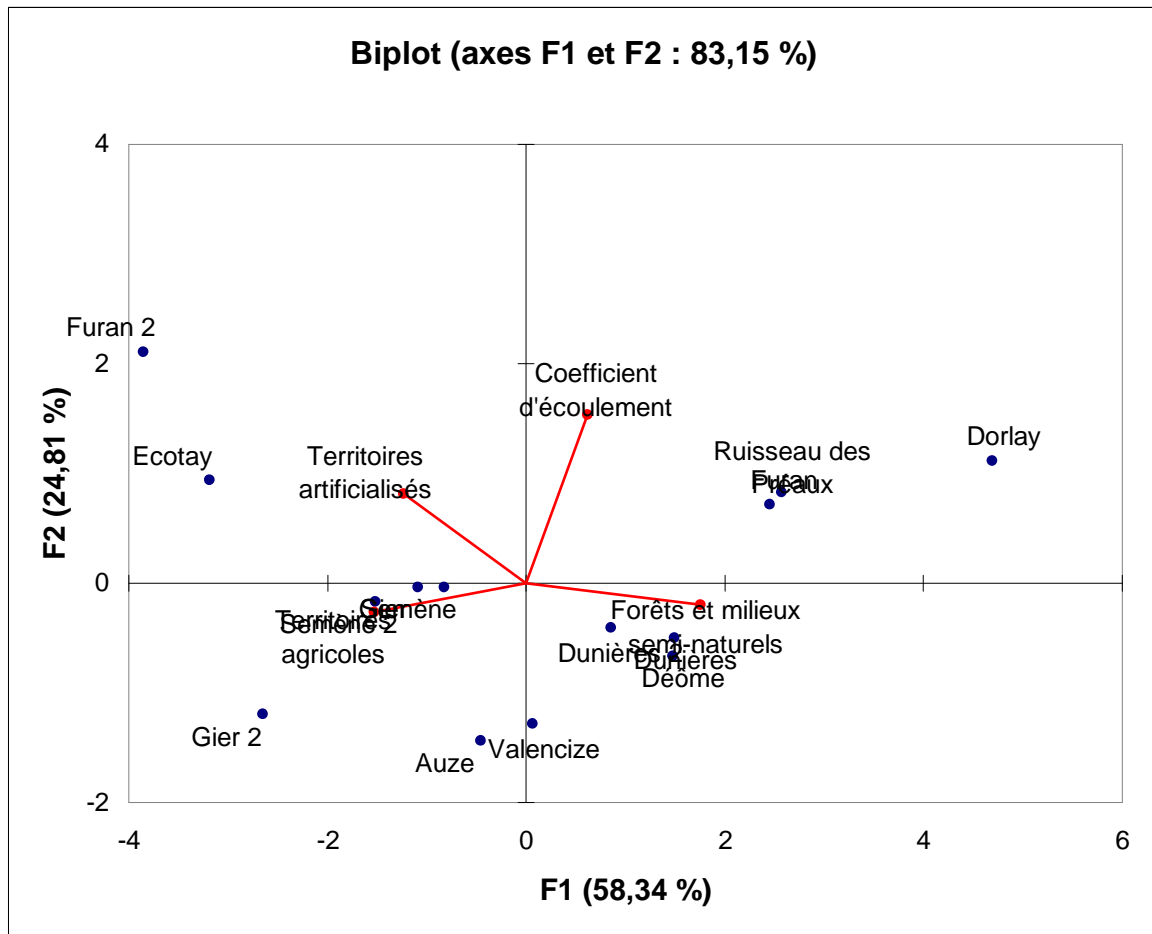


Figure 85 : Analyse en Composantes Principales effectuée sur les grands types d'occupation du sol et sur le coefficient d'écoulement des cours d'eau du territoire d'étude (BANQUE HYDRO, I.F.EN. CORINE LAND COVER 2000, METEO-FRANCE)

Nous avons tenté d'associer plusieurs facteurs explicatifs au coefficient d'écoulement, en effectuant une A.C.P. ou Analyse des Composantes Principales grâce au module XL-STAT d'Excel. Cela nous permet de caractériser un bassin versant en fonction du type d'occupation du sol et du coefficient d'écoulement. Les bassins versants à dominante agricole (Gier à Rive-de-Gier et à un degré moindre, Semène à Jonzieux et à Saint-Didier-en-Velay) ont un coefficient d'écoulement plus faible. La Déôme, le Dorlay et la Dunières ont un bassin versant à dominante forestière. Sans être un critère déterminant, l'artificialisation du territoire (pourcentage d'occupation du sol par le bâti) semble le facteur dominant pour expliquer un coefficient d'écoulement plus important.

Nous sommes confrontés à un territoire où l'approvisionnement en eau est assez abondant. Comme il s'agit d'un espace d'altitude, rural, les enjeux de protection de la ressource en eau en quantité sont assez limités. L'écoulement est toutefois généralement médiocre. L'enneigement, insuffisant et irrégulier, ne permet absolument pas le maintien d'un écoulement abondant pendant une année hydrologique. Ceci contraint quelque peu le développement d'activités de loisirs liées à l'eau. L'agriculture et l'exploitation forestière sont possibles, à condition de ne pas cultiver d'espèces trop gourmandes en eau. La production de fruits et la vigne sont bien adaptées aux conditions climatiques du sud des Monts du Lyonnais et de la Vallée du Rhône.

Le printemps et l'automne sont les saisons les plus arrosées. L'été, plus chaud et un peu plus sec, est la période la plus propice aux sécheresses. Le Déficit Climatique apparaît souvent en juillet. Si le printemps est sec, la saison agricole peut être menacée.

Les conditions naturelles sont donc favorables au maintien de la ressource en eau et permettent l'exploitation du milieu. Sur ce territoire, les usages de l'eau sont anciens, très diversifiés et désormais bien encadrés par de nombreuses procédures. Evoquer les usages de l'eau, multiples, c'est aussi s'intéresser aux besoins. Quels sont-ils et dans quelle mesure peut-on les évaluer, les quantifier ?

Deuxième partie : Les besoins en eau et les outils de gestion

Chapitre 1 : Quels sont les besoins en eau des différentes activités économiques ?

Nous distinguons les besoins en eau des cultures, de l'industrie, des populations et des activités de loisirs. Il n'est pas toujours aisé d'estimer les besoins en eau des activités de loisirs. Les gestionnaires de grands barrages peuvent arriver à déterminer des seuils d'utilisation d'une tranche d'eau dans une retenue artificielle, mais sur un cours d'eau ce type d'opération est plus que délicat. Ceci d'autant plus que nombre d'usages de l'eau à but ludique ou récréatif ne sont pas toujours encadrés. Leur coût est difficilement estimable. *« Dans les déséquilibres entre l'offre et la demande constatés en France, les usages et les fonctions liés à la qualité des hydrosystèmes (tourisme, pêche, fonctions environnementales, usages des générations futures, ...) sont souvent pénalisés, car leurs valeurs économiques et sociales sont difficiles à appréhender ».*⁵

1.1 Les besoins en eau des cultures

Le milieu forestier. Notre territoire d'étude est majoritairement boisé. Les formes d'agriculture présentes sur le territoire sont extrêmement variées. Les différences s'observent à l'échelle de deux bassins versants voisins, si bien qu'il est très difficile de chiffrer un besoin en eau identique pour deux secteurs de superficies comparables (par exemple les bassins du Couzon et du Dorlay).

- Les plantations de conifères ne sont pas toujours très adaptées aux conditions climatiques du milieu. Les plantations doivent répondre à des critères très stricts d'organisation pour avoir un développement vertical le plus important possible. Le système de plantation « en

⁵ in GARIN P, MONTGINOUL M, ROSSIGNOL B., « Une résolution des conflits d'usages par des actions sur la coordination et la demande en eau : le cas français », in RIVIERE-HONEGGER A. & RUF T. (dir.), 2000, *Approches sociales de l'irrigation et de la gestion collective de l'eau*, Ed. Territoires en mutation n°7, Montpellier, 230 p.

timbre-poste » pose plusieurs contraintes mais possède certains avantages intéressants. L'altitude n'est pas un facteur déterminant puisque l'on retrouve des plantations tant dans les régions de Saint-Martin-la-Plaine et de la basse Vallée du Furan qu'au sommet de la Chaîne des Boutières. Les arbres étant très rapprochés, les racines vont chercher l'eau en profondeur. La concurrence maximale empêche de nombreuses espèces de pousser au pied des arbres, laissant le sol à nu jonché de quelques branches mortes. L'arbre est fragilisé et les coupes entraînent une reprise locale de l'érosion, favorisant une moindre conservation de l'eau sur le terrain. De plus, les capacités d'interception des résineux par rapport aux feuillus sont plus faibles. Par contre, les risques de pollution sont moindres. C'est ainsi que la Ville de Saint-Etienne possède 650 hectares de forêt sur le haut bassin du Furan, un secteur où 800 sources sont captées.



Photo 11 : Coupes sur La Chaux de Toureyre à Doizieux (Y. BENMALEK, 24.04.2005)

La tempête de décembre 1999 a provoqué de nombreux dégâts sur le parc forestier du Massif Central Oriental. Les dégâts sont encore visibles dix ans après et le développement seulement vertical des résineux a accentué leur fragilité face à ce type d'évènement. Les arbres abattus sur des sols en forte pente ne favorisent pas la conservation de l'eau sur le territoire. Le taux de couverture est plus faible et les phénomènes de ruissellement sont favorisés, chargeant l'eau de matières minérales indésirables à l'aval.

La forêt est un atout majeur dans la préservation de la ressource en eau tant par son impact régulateur sur les crues annuelles que par la possibilité de restitution différée de l'eau écoulee. Mais cet espace est aussi fortement consommateur d'eau. D'après le dossier de presse de la conférence du 30 mars 2001 « Forêts, crues et ressources en eau », « *les sols forestiers peuvent retenir les polluants organiques comme les pesticides et consommer les nitrates issus de zones agricoles. S'ils sont capables ainsi d'épurer les eaux, ils vont leur conférer une légère acidité naturelle. [...] La forêt peut ralentir et retenir jusqu'à 20 % de l'écoulement des eaux. [...] Un résineux retient plus de pluie qu'un feuillu. [...] Le bilan hydrologique est amputé de 25 % de la pluie incidente, ce qui est énorme. [...] La partie supérieure des sols forestiers est essentiellement formée de résidus organiques peu décomposés et peu structurés. Cette couche d'humus très filtrante possède une capacité de rétention importante.* »⁶

Le milieu agricole. L'agriculture est un secteur qui s'est largement mécanisé en moyenne montagne. Les besoins en eau sont aujourd'hui différents selon les milieux. L'irrigation s'est relativement développée dans les Vallées du Gier et du Rhône. L'agriculture est nettement moins dynamique au cœur du Massif du Pilat et sur les plateaux du Meygal. L'utilisation des cours d'eau pour l'agriculture, à l'exception des retenues collinaires, est quelque peu marginalisée.

Sur la Déôme, 35 ouvrages ont été répertoriés en 1992 de la confluence avec l'Argental à la limite administrative Loire / Ardèche. 75 % de ces ouvrages servaient au XIX^{ème} siècle à l'irrigation des prairies et 25 % à l'alimentation des moulins.

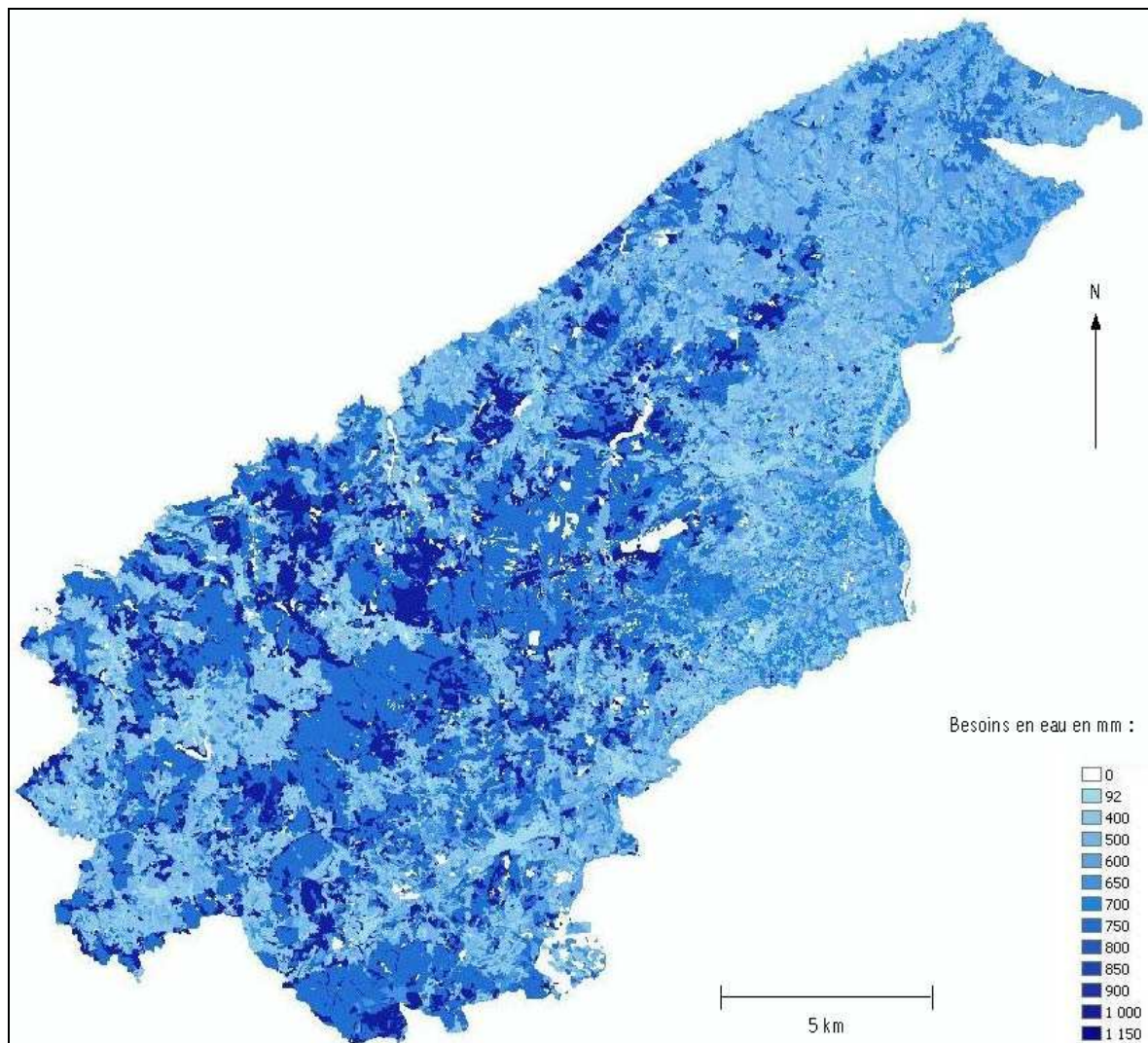
Aujourd'hui, dans le cas le plus moderne, les parcelles sont équipées pour un arrosage automatisé. L'apport en eau nécessaire pour chaque type de culture est une donnée parfaitement intégrée par l'informatique en milieu agricole. L'agriculture intensive et l'arboriculture fruitière s'équipent progressivement de systèmes d'arrosages par aspersion. Ces types de cultures se situent sur les coteaux du Jarez et le plateau pélussinois. Ils sont soumis à des apports météoriques plus faibles qu'ailleurs et à la concurrence proche de la Vallée du Rhône.

⁶ ANDREASSIAN V., BERGER F., DAMBRINE E., LAVABRE J., LAROUSSINIE O., 2001, *Forêts, crues et ressources en eau, Dossier de presse de la conférence du 30 mars 2001*, 13 p.

L'agriculture est un secteur économique à forte emprise spatiale, qui doit cohabiter avec les résidences périurbaines ; la pression des forestiers ; la nécessité de protéger les zones humides au nom de la préservation et du maintien de la biodiversité, de leur capacité épuratrice, de la rétention en eau et de l'écroulement des crues. Les zones humides agissent comme une éponge. Le socle granitique et les conditions thermiques favorables ont permis leur développement. Peu considérées comme utiles, parfois qualifiées d'insalubres et souvent éliminées pour gagner de l'espace, les zones humides se développent dans les fonds de vallon abrités et peu pentus. Nous en retrouvons sur les têtes de bassins versants granitiques et froids des cours d'eau ligériens et altiligériens.

Pour J.-B. GIRAUD, Vice-Président du Conseil Général de la Loire chargé de l'Agriculture, l'alimentation en eau des cultures peut se passer d'une eau d'excellente qualité : *« Aujourd'hui, 8 agriculteurs sur 10 alimentent leurs cheptels avec de l'eau potable. Le bétail n'a pas besoin d'une eau traitée. Nous subventionnons donc des travaux pour que les agriculteurs creusent ou remettent en état des mares ou des puits. Toute action qui permet de récupérer l'eau de pluie ou de ruissellement est une économie. »*

Les besoins en eau de la végétation sur le Parc Naturel Régional du Pilat



**Figure 86 : Les besoins en eau en mm de la végétation dans le Parc Naturel Régional du Pilat
(CONSERVATOIRE BOTANIQUE DU MASSIF CENTRAL)**

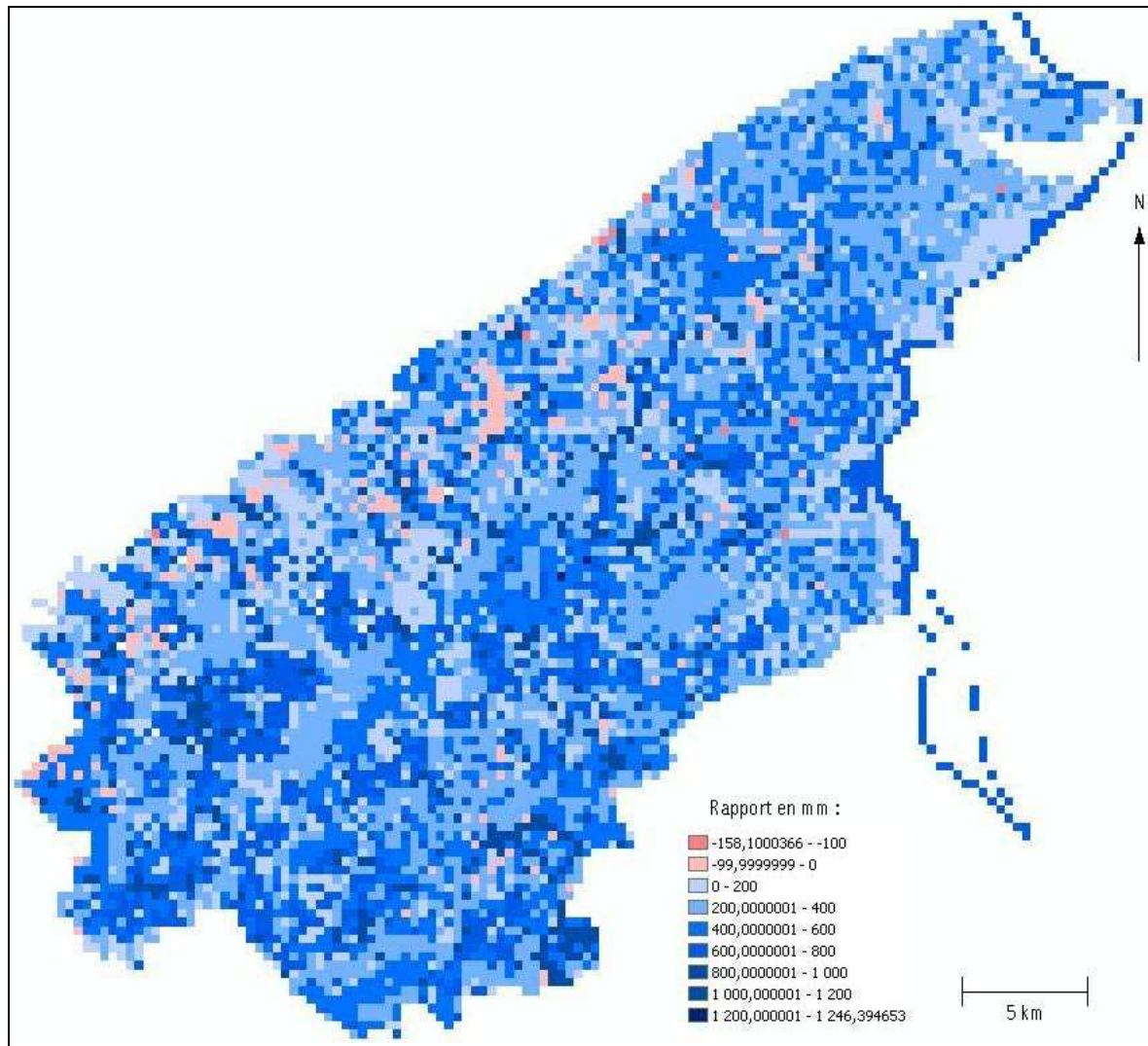


Figure 87 : Rapport entre les précipitations annuelles et les besoins en eau de la végétation en mm dans le Parc Naturel Régional du Pilat - Département de la Loire (CONSERVATOIRE BOTANIQUE DU MASSIF CENTRAL, METEO-FRANCE)

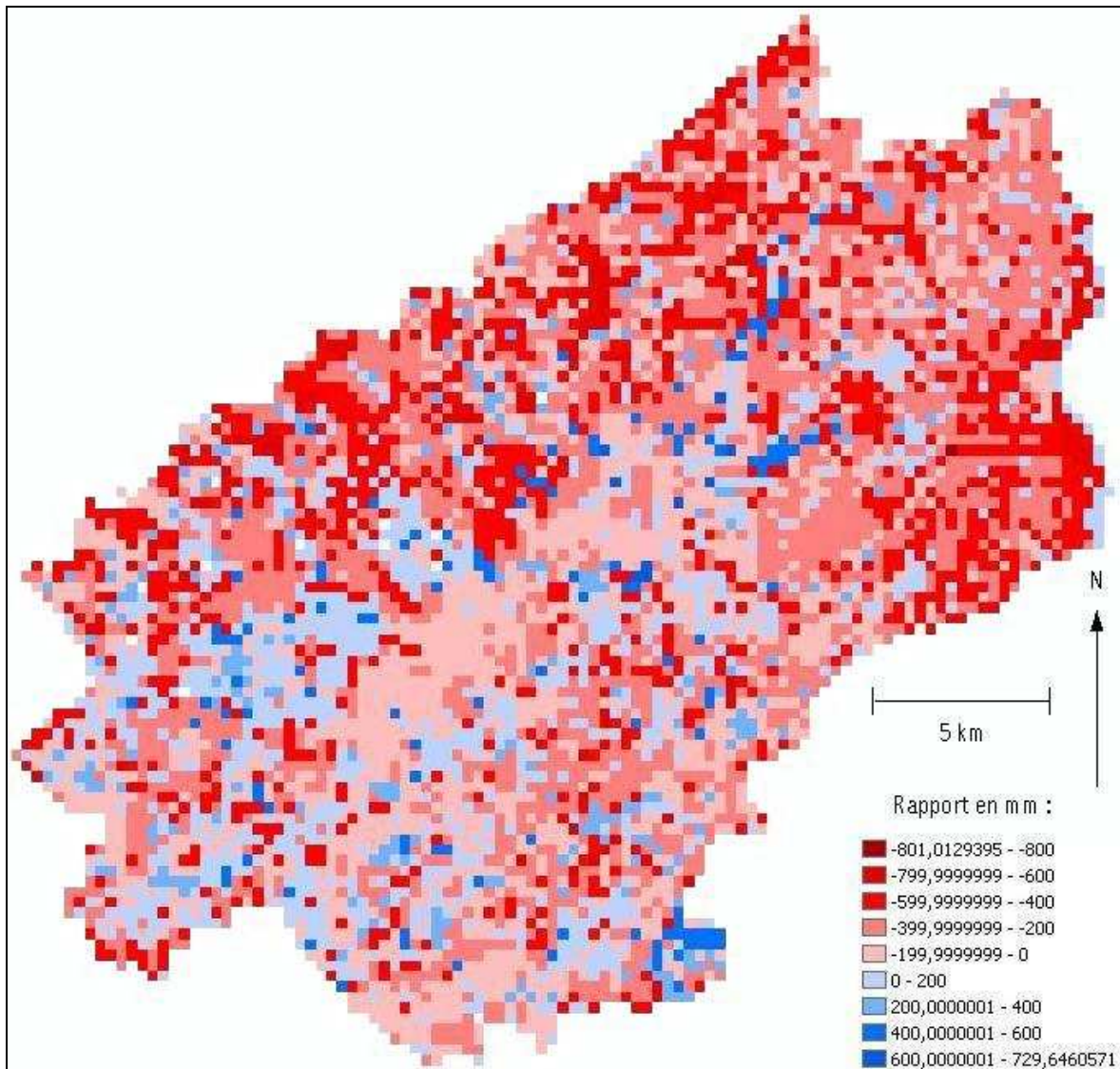


Figure 88 : Rapport entre le Bilan Climatique annuel et les besoins en eau de la végétation en mm dans le Parc Naturel Régional du Pilat - Département de la Loire (CONSERVATOIRE BOTANIQUE DU MASSIF CENTRAL, METEO-FRANCE)

En ce qui concerne les besoins en eau de la végétation sur le Parc Naturel Régional du Pilat, trois secteurs peuvent être différenciés. Les besoins en eau sur la partie orientale du Parc Naturel Régional n'excèdent pas 500 mm. La pluviométrie est suffisante pour apporter suffisamment d'eau au cours de l'année mais il s'agit d'une région soumise à une évapotranspiration relativement élevée. Les besoins en eau sur les hauts plateaux du Pilat atteignent entre 800 et 1 000 mm au cours de l'année. L'espace est partagé entre prairies et forêts, de conifères essentiellement. Les besoins en eau sont suffisants au regard des précipitations mais insuffisants au vu du bilan climatique sur ces régions. L'évapotranspiration est moins importante que sur la frange orientale du Parc Naturel Régional. Sur le versant nord du Massif du Pilat, les besoins en eau de la végétation sont

plus importants et dépassent localement 1 000 mm. La pluviométrie est insuffisante pour satisfaire les besoins en eau de la végétation. La comparaison entre le bilan climatique et les besoins en eau traduit une insuffisance nette. La forêt de conifères, qui s'étend parfois très bas, est de plus contrainte à l'économie : concurrence maximale au sol, productivité importante au mètre carré, ressources en eau du sol insuffisantes.

Les besoins en eau de la végétation par bassin versant

Le Bassin versant de l'Ecotay au C.P.I.E. de Marlhès.

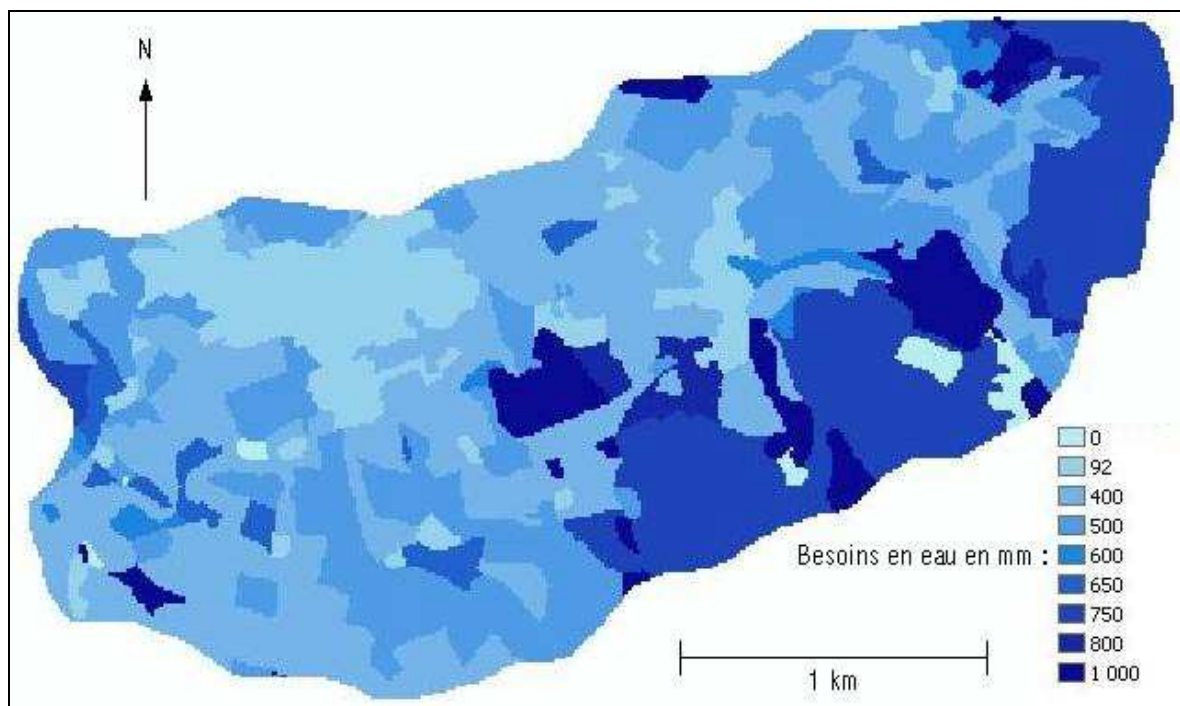


Figure 89 : Les besoins en eau en mm de la végétation sur le Bassin versant de l'Ecotay au C.P.I.E. de Marlhès (CONSERVATOIRE BOTANIQUE DU MASSIF CENTRAL)

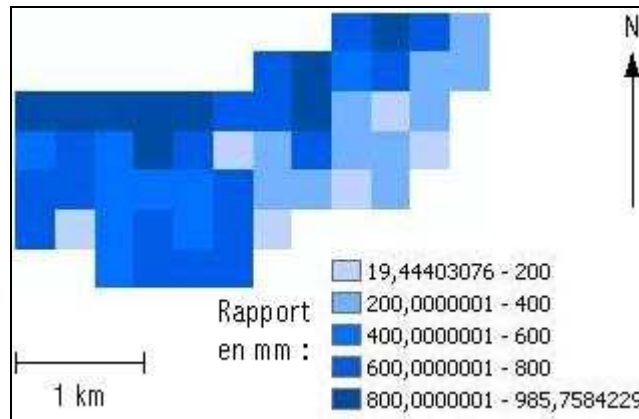


Figure 90 : Rapport entre les précipitations annuelles et les besoins en eau de la végétation en mm sur le Bassin versant de l'Ecotay au C.P.I.E. de Marlhes (CONSERVATOIRE BOTANIQUE DU MASSIF CENTRAL, METEO-FRANCE)

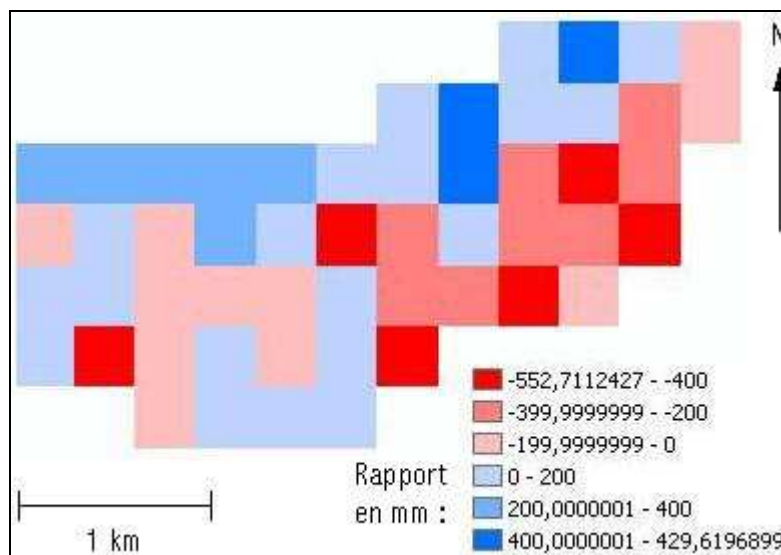


Figure 91 : Rapport entre le Bilan Climatique annuel et les besoins en eau de la végétation en mm sur le Bassin versant de l'Ecotay au C.P.I.E. de Marlhes (CONSERVATOIRE BOTANIQUE DU MASSIF CENTRAL, METEO-FRANCE)

Le Bassin versant de l'Ecotay connaît deux situations différentes. Les hauteurs du bassin versant (près de 1 200 mètres d'altitude) sont boisées et nécessitent une quantité d'eau assez importante. Les points les plus bas, à environ 1 000 mètres d'altitude, ne demandent pas plus de 600 mm par an. La pluviométrie est suffisante pour toute la végétation du bassin versant, même si les forêts des crêtes se satisferaient difficilement de plusieurs années consécutives de sécheresse.

Le Bassin versant du Furan au Bessat (amont du Barrage du Pas de Riot).

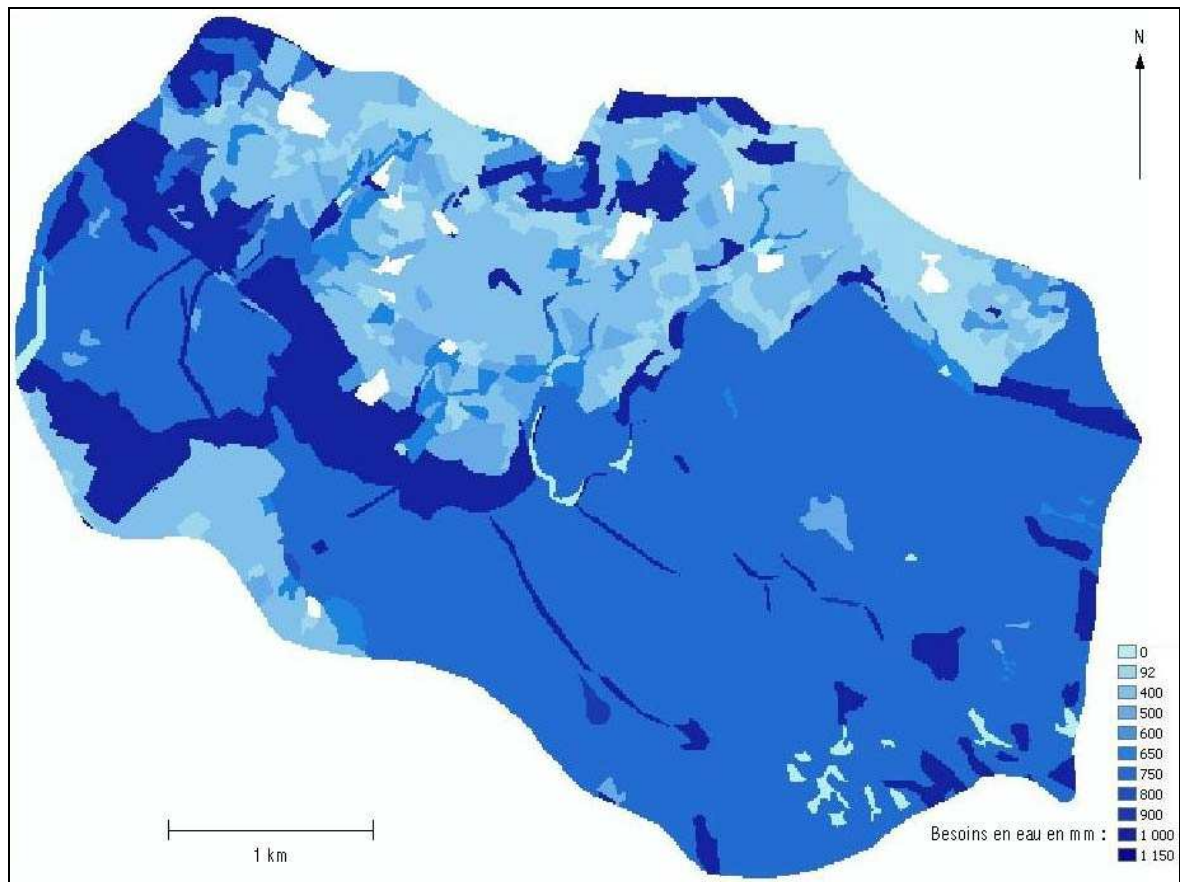


Figure 92 : Les besoins en eau en mm de la végétation sur le Bassin versant du Furan au Bessat (CONSERVATOIRE BOTANIQUE DU MASSIF CENTRAL)

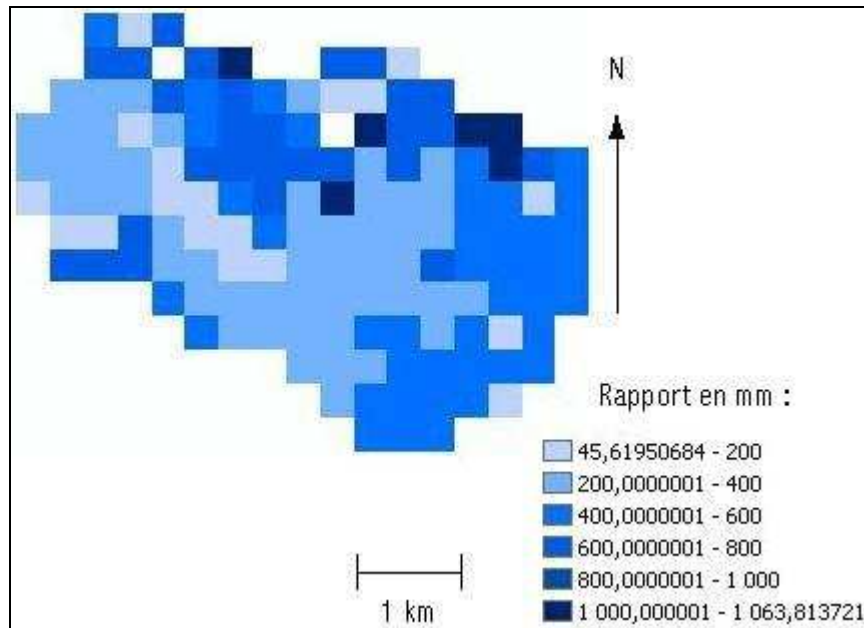


Figure 93 : Rapport entre les précipitations annuelles et les besoins en eau de la végétation en mm sur le Bassin versant du Furan au Bessat (CONSERVATOIRE BOTANIQUE DU MASSIF CENTRAL, METEO-FRANCE)

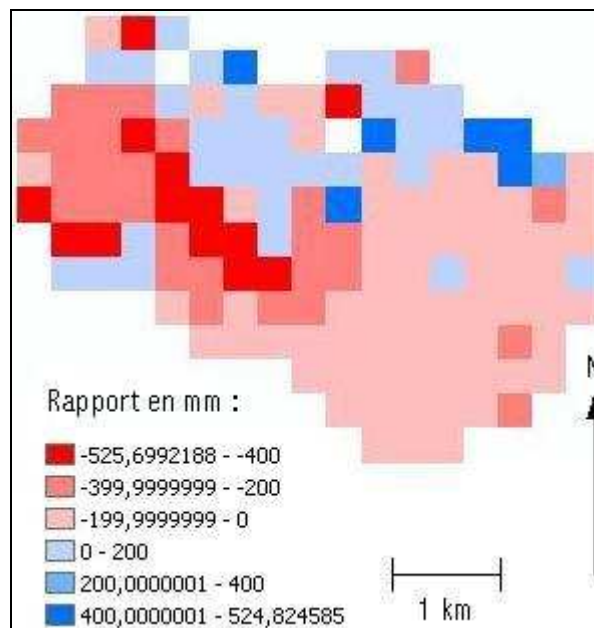


Figure 94 : Rapport entre le Bilan Climatique annuel et les besoins en eau de la végétation en mm sur le Bassin versant du Furan au Bessat (CONSERVATOIRE BOTANIQUE DU MASSIF CENTRAL, METEO-FRANCE)

Sur le Bassin versant du Furan au Bessat, à l'amont du Barrage du Pas de Riot, les besoins en eau de la végétation sont différents selon que l'on se trouve en rive gauche ou en rive droite du Furan. Les terrains situés en rive droite sont peu boisés et les besoins en eau de la végétation sont assez réduits. Les terrains situés en rive gauche sont boisés et donc exigeants en eau, d'autant plus que l'altitude n'excède parfois par 850 mètres. Le

déficit peut être important en période de sécheresse pour les conifères situés à proximité du Barrage du Pas de Riot, d'autant plus que les sols sont particulièrement minces sur cette zone.

Le Bassin versant du Ruisseau des Préaux à Bourg-Argental.

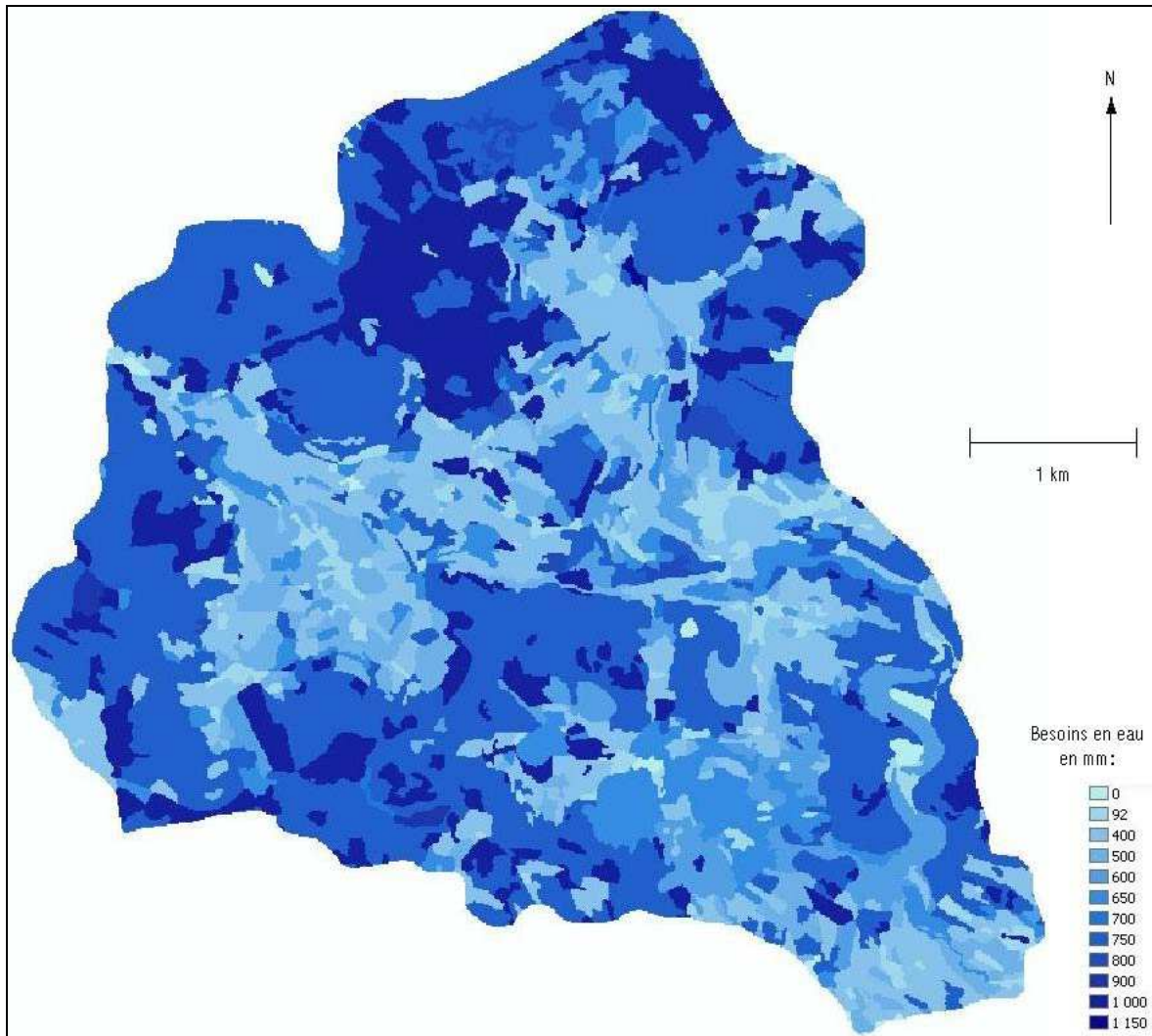


Figure 95 : Les besoins en eau en mm de la végétation sur le Bassin versant du Ruisseau des Préaux à Bourg-Argental (CONSERVATOIRE BOTANIQUE DU MASSIF CENTRAL)

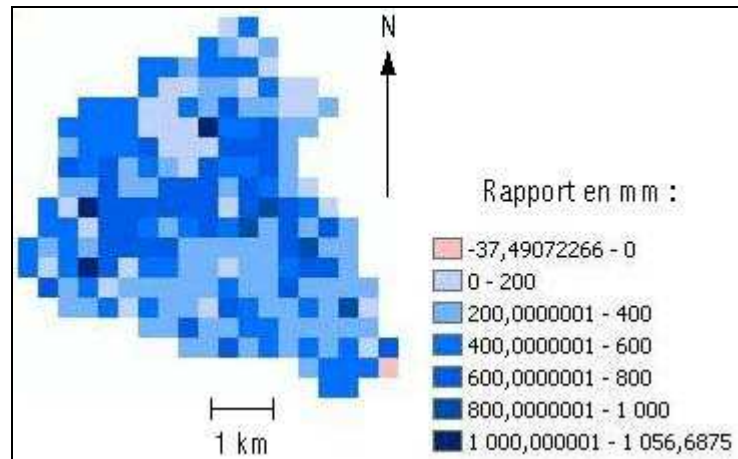


Figure 96 : Rapport entre les précipitations annuelles et les besoins en eau de la végétation en mm sur le Bassin versant du Ruisseau des Préaux à Bourg-Argental (CONSERVATOIRE BOTANIQUE DU MASSIF CENTRAL, METEO-FRANCE)

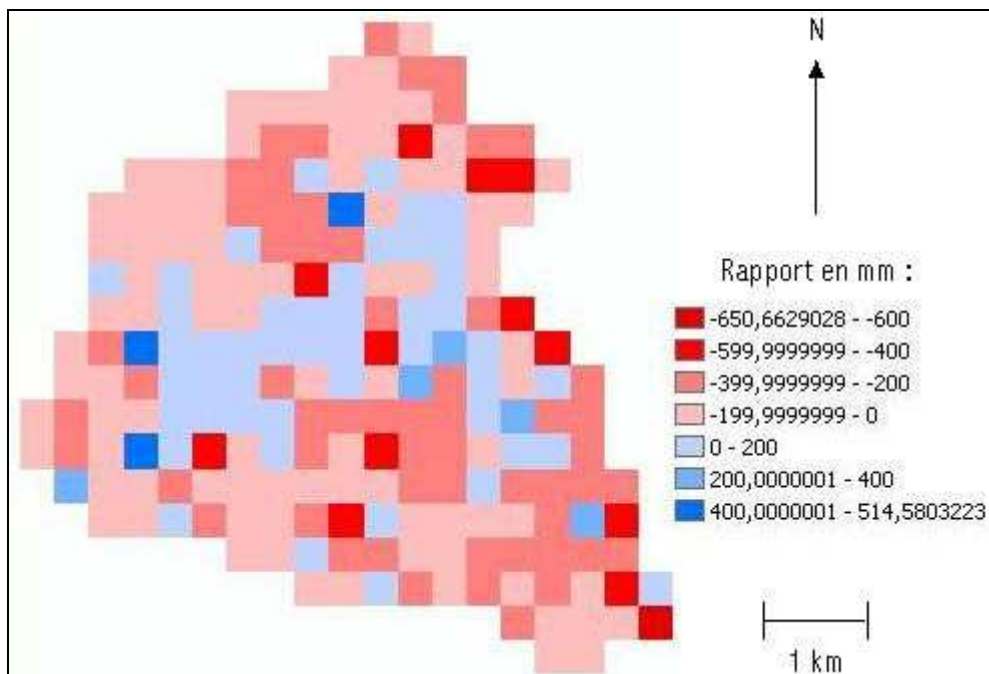


Figure 97 : Rapport entre le Bilan Climatique annuel et les besoins en eau de la végétation en mm sur le Bassin versant du Ruisseau des Préaux à Bourg-Argental (CONSERVATOIRE BOTANIQUE DU MASSIF CENTRAL, METEO-FRANCE)

Les besoins en eau sur le Bassin versant du Ruisseau des Préaux à Bourg-Argental sont surtout importants en périphérie du bassin. Le bassin est entouré de forêts de conifères et de feuillus qui ont des besoins en eau relativement importants. La pluviométrie est suffisante pour assurer ces apports en eau nécessaires en altitude mais elle est plus faible sur les parties les plus basses du territoire.

Les secteurs situés autour du village de La Versanne et du hameau des Préaux, sur un plateau d'altitude, ne demandent pas une quantité d'eau très importante au cours de l'année. Par contre, la situation est différente beaucoup plus en aval, où le bassin versant s'étrécit, à proximité du hameau d'Argental.

Le Bassin versant de la Valencize à Chavanay.

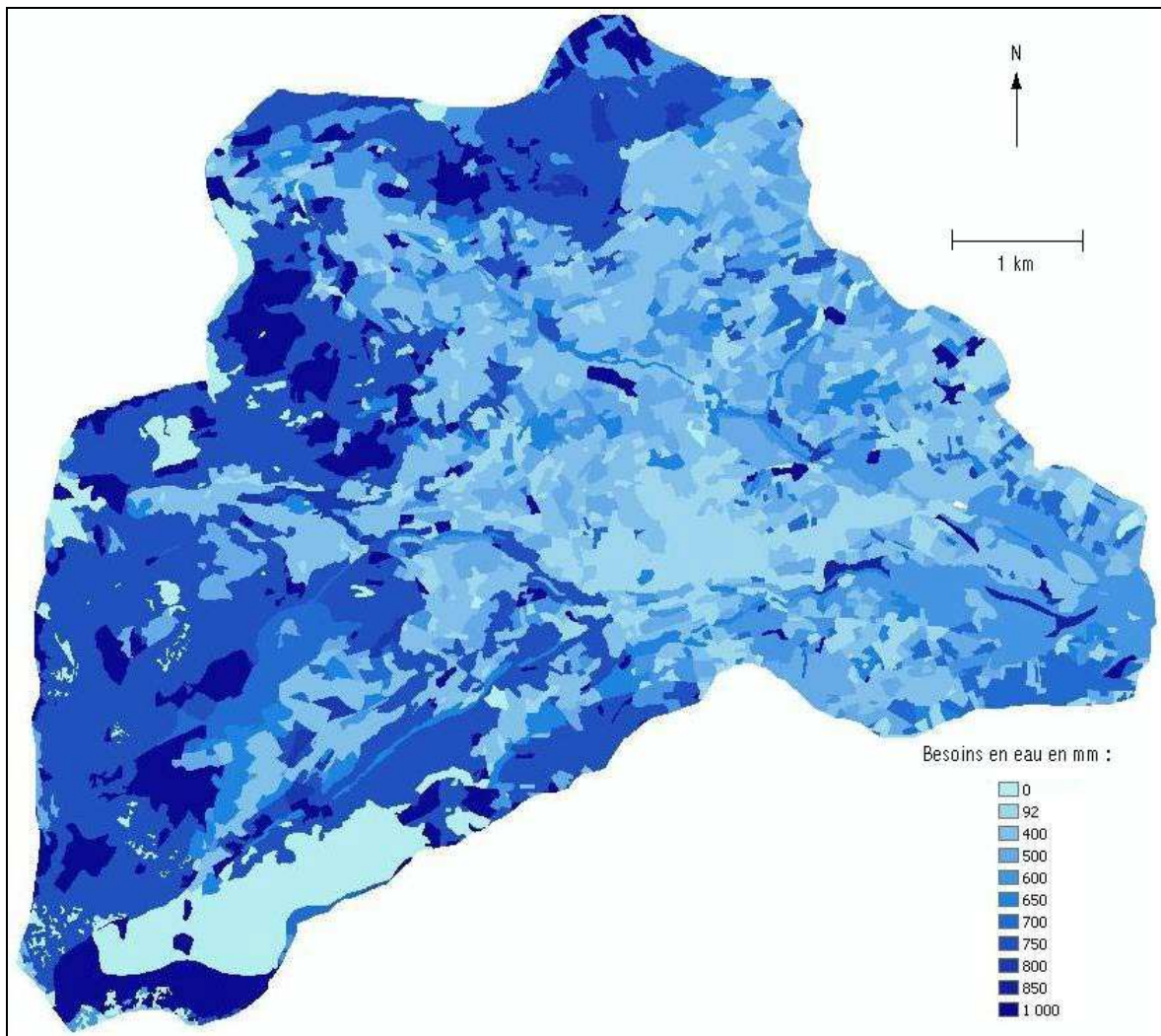


Figure 98 : Les besoins en eau en mm de la végétation sur le Bassin versant de la Valencize à Chavanay (CONSERVATOIRE BOTANIQUE DU MASSIF CENTRAL)

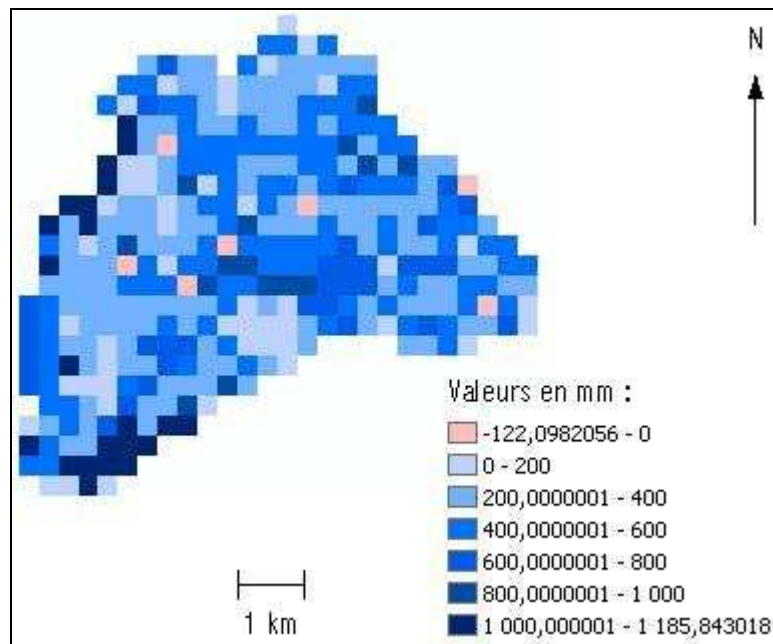


Figure 99 : Rapport entre les précipitations annuelles et les besoins en eau de la végétation en mm sur le Bassin versant de la Valencize à Chavanay (CONSERVATOIRE BOTANIQUE DU MASSIF CENTRAL, METEO-FRANCE)

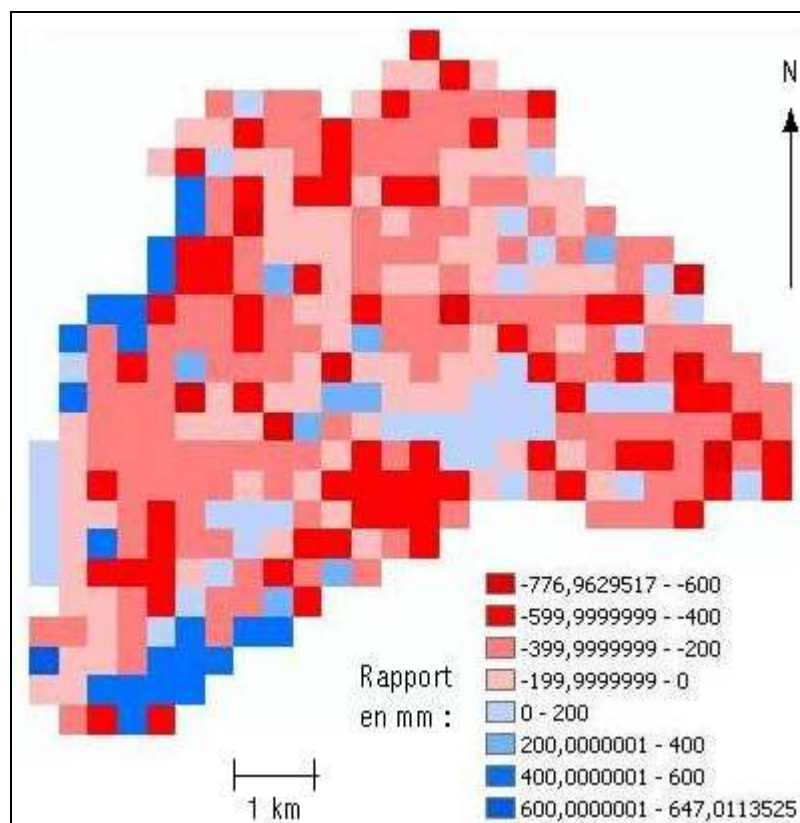


Figure 100 : Rapport entre le Bilan Climatique annuel et les besoins en eau de la végétation en mm sur le Bassin versant de la Valencize à Chavanay (CONSERVATOIRE BOTANIQUE DU MASSIF CENTRAL, METEO-FRANCE)

Sur le Bassin versant de la Valencize, les besoins en eau les plus importants se situent sur les parties sommitales. C'est le terrain des forêts. Le plateau pélussinois, moins pourvu en eau par la pluviométrie, est aussi nettement moins exigeant. Ceci explique la relative situation d'équilibre entre tous les secteurs du bassin versant lorsque l'on compare le total des précipitations et les besoins en eau de la végétation sur l'ensemble du territoire. Le Bassin versant de la Valencize est le bassin du territoire d'étude où l'évapotranspiration est la plus importante, en raison de l'altitude souvent modeste mais surtout des influences thermiques méditerranéennes, notamment pendant la saison estivale.

1.2 Les besoins en eau des populations

Nous distinguons les besoins en eau des villes de fond de vallée, les agglomérations principales et les habitations isolées qui s'alimentent par puits, nappe ou retenue artificielle. Hormis quelques pompages dans la nappe alluviale du Rhône, ce sont essentiellement les barrages réservoirs qui alimentent les villes en fond de vallée, surtout dans le secteur du Pilat. La seule solution technique a été la création de réservoirs, de Couzon le plus ancien (1811) au Dorlay le plus récent (1974).



**Photo 12 : Panneau d'interdiction de la pratique de la baignade sur la retenue artificielle de Lavalette
(Y. BENMALEK, 13.02.2005)**

En 1945, la capacité du Barrage de Lavalette est passée de 8 à 41 M m³. En matière d'alimentation en eau potable, c'est la clé de voûte du territoire d'étude, l'équipement qui réunit toutes les contraintes et tous les usages possibles de l'eau (alimentation en eau potable, hydroélectricité, voile). La retenue a été vidangée pour la dernière fois en 2000.

Aujourd'hui, l'utilisation de ces multiples réservoirs est contestée en raison tant de l'âge d'ouvrages parfois séculaires que du coût de leur entretien, ainsi que la qualité de l'eau qui s'en trouve altérée. Tous ces ouvrages, dont l'utilité est remise en question par une baisse démographique et par les exigences de la modernité, feront-ils seulement bientôt partie du paysage ?

Au sujet de l'origine de l'approvisionnement en eau, quatre catégories peuvent être distinguées :

- l'alimentation en eau potable des anciennes villes industrielles des vallées du Furan (Saint-Etienne), du Gier (Rive-de-Gier, Saint-Chamond) et de l'Ondaine (La Ricamarie, Le Chambon-Feugerolles). Elle s'effectue à partir de retenues artificielles la plupart du temps anciennes.
- l'alimentation en eau potable pour les communes de fond de vallée, dans un secteur de moyenne montagne. Ce sont les communes de Bourg-Argental, du Chambon-sur-Lignon, de Dunières, de Pélussin, de Riotord, de Saint-Genest-Malifaux, de la Terrasse-sur-Dorlay et de Tence. L'approvisionnement en eau s'effectue soit à partir des prises d'eau en rivière, soit à partir de captages de sources. Très souvent, ces villages ou petites villes se sont installées en lien avec le cours d'eau qui les traverse.
- l'alimentation en eau potable pour les communes situées sur les plateaux. Elle s'effectue soit à partir de prises d'eau en rivière, soit à partir de captages de sources.
- l'alimentation en eau potable des habitations isolées. Ces habitations ne sont parfois ni raccordées au réseau d'eau potable de la commune dont elles dépendent ni au réseau d'assainissement. La législation impose pourtant que toutes les habitations soient raccordées au 31 décembre 2005 pour le traitement des eaux usées.

L'Histoire récente a fait en sorte que les deux premières catégories citées soient raccordées en priorité au réseau d'eau potable. Il est aujourd'hui difficile de quantifier les volumes utilisés par les habitations isolées.

1.3 Les besoins en eau de l'industrie

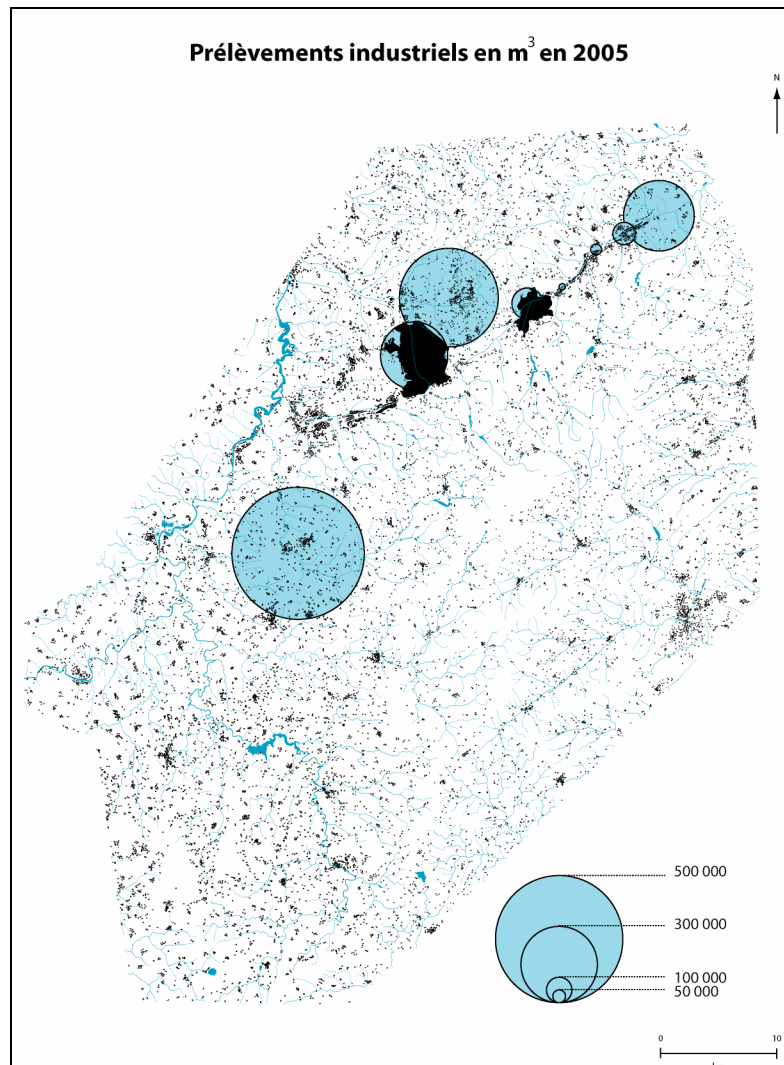


Figure 101 : Prélèvements industriels en m³ en 2005 (REGISTRE FRANCAIS DES EMISSIONS POLLUANTES)

C'est probablement le secteur secondaire qui a connu le plus de transformations dans l'utilisation de la ressource en eau. Jusqu'au milieu du XX^{ème} siècle, on pouvait relever la présence de moulins, d'ateliers à tisser, de passementiers, de fabricants de couteaux tout au long des cours d'eau de notre région. Cette réalité historique n'est pas spécifique à notre secteur d'étude. Elle s'étend bien au-delà, notamment dans le Livradois et le Beaujolais. Il reste un certain nombre d'héritages, dont certains sont réhabilités dans le cadre de programmes Leader +, financés par l'Union Européenne, et d'autres sont encore laissés à l'abandon. Saint-Etienne et la Vallée du Furan, les Vallées de la Déôme, de la Dunières, du Dorlay (Maison des Tresses et Lacets à La Terrasse-sur-Dorlay), de la

Semène (histoire des anciens moulins), du Régrillon (soie) et du Ternay (passementerie à Saint-Julien-Molin-Molette) ont vu s'implanter de nombreux ateliers d'artisanat. Ces métiers faisaient vivre l'économie locale au détriment de la qualité de l'air et surtout de l'eau à une époque où les questions environnementales ne faisaient pas partie des problématiques principales.

D'après le Bulletin Officiel de l'Union des Maires de la Loire, de février 2004, *« l'eau est utile à de nombreuses étapes du processus industriel (lavage, refroidissement, chauffage...). Si la tendance actuelle de la consommation est à la baisse (5 107 M m³ en 1985, 3 827 M m³ en 1988), la demande a évolué vers plus de qualité. »* D'après la figure n°101 page 156, les prélèvements industriels sont importants dans les Vallées du Furan, du Gier et à la papeterie de Saint-Didier-en-Velay.

1.4 Les besoins en eau du tourisme et des activités de loisirs

Les activités touristiques se pratiquent à toutes les saisons, avec deux pôles forts : les activités estivales et hivernales. En été, les températures peuvent être très élevées et la demande en eau pour le tourisme et les activités de loisirs doit être compatible avec les autres besoins, notamment l'alimentation en eau potable, les cultures et le risque incendie.

Les joutes de Rive-de-Gier ont disparu depuis longtemps. Le Bassin de Janon, construit entre 1850 et 1860, dans le quartier stéphanois de Terrenoire, n'accueille plus que les pêcheurs de La Carpe Stéphanoise. La société de pêche a signé un bail avec la Ville de Saint-Etienne. Alimenté par le ruisseau du même nom, le bassin servait à l'origine de source d'alimentation en eau pour la forge de Terrenoire, pour le refroidissement de l'acier, les forges et les entreprises métallurgiques. Pendant l'entre-deux guerres, il a servi de base de loisirs, accueillant joutes, concours de nage, de plongeon et parties de water-polo. Il était ouvert à la baignade à partir de 1937. Sa capacité est de 50 000 m³.

Avant la 1^{ère} Guerre Mondiale, de nombreux stéphanois se rendaient dans les bassins de natation aménagés près de la future Université. Les quatre dernières décennies ont vu fleurir dans la région le développement d'activités nautiques : à Saint-Victor-sur-Loire (commune rattachée à la Ville de Saint-Etienne en 1969) où la baignade est autorisée sur le lac de Grangent, faisant la joie des Stéphanois malgré une qualité de l'eau perfectible, à Lavalette où la retenue artificielle est ouverte à la pratique de la voile. Des plans d'eau plus petits ont été créés comme à Devesset (Ardèche). Un syndicat

intercommunal regroupant les communes du Chambon-sur-Lignon, de Devesset et de Saint-Agrève l'a aménagé. Dorénavant de nombreuses communes des hauts plateaux veulent associer l'eau au paysage et aux activités de loisirs. La Séauve-sur-Semène et Saint-Sauveur-en-Rue disposent de deux plans d'eau sur la Semène et la Déôme.



Photo 13 : Terrains de volley sur le plan d'eau du Chambon-sur-Lignon (Y. BENMALEK, 03.06.2005)

Les plans d'eau se sont développés à grande vitesse au cours des dernières décennies et ceux-ci sont aménagés à l'amont de seuils sur les cours d'eau principaux. Chaque année, les services de la D.D.A.S.S vérifient la qualité des eaux de ces plans d'eau, notamment sur la Déôme à Saint-Sauveur-en-Rue, sur le Lignon au Chambon-sur-Lignon et sur la Semène à La Séauve-sur-Semène. Parfois, la baignade n'est pas autorisée du fait d'une qualité de l'eau insuffisante. Cela entraîne une remise en cause des pratiques en amont sur le bassin versant. En 1991, un parcours de kayak de 250 mètres a été créé sur le Cotatay, près du Chambon-Feugerolles. La Loire accueille aussi des compétitions de canoë-kayak entre Bas-en-Basset et Aurec-sur-Loire.

Activités / Plans d'eau	Grangent – Saint-Victor-sur-Loire	Grangent – Saint-Paul-en-Cornillon
Aviron – joute		Club
Base nautique	Base nautique de Saint-Victor	Base nautique de Saint-Paul
Moto-nautisme	Club (hors ski nautique), et bateau-école (permis bateau)	Club de ski nautique

Activités / Plans d'eau	Grangent – Saint-Victor-sur-Loire	Grangent – Saint-Paul-en-Cornillon
Pédalo	Location	
Planche à voile	Club	Club FFV
Ports	Port de Saint-Victor : 300 anneaux	
Voile	Ecole française de voile, municipale et club	Club FFV

Tableau 22 : Les des activités de navigation sur la retenue de Grangent par site de pratique (ASCONIT CONSULTANTS)



Photo 14 : Pêcheur sur la Semène dans le Parc de la Croix de Garry à Saint-Genest-Malifaux (Y. BENMALEK, 2004)

La pêche. En France, il y avait 4 millions de pêcheurs à la ligne en 1983 et 4 200 A.A.P.P.M.A. Le nombre de pêcheurs, en diminution constante jusqu'en 1993, est en augmentation depuis cette date.

La pêche est une activité essentielle et une source d'informations capitale pour l'ensemble des gestionnaires des cours d'eau des Départements de la Loire et de la Haute-Loire. Sur 92 communes concernées nous avons pu recenser 21 Associations Agréées. Le partage des usages de l'eau des pêcheurs avec les autres activités économiques est une des clés du bon fonctionnement d'un bassin versant.

L'activité pêche est avant tout une affaire de pêcheurs amateurs, essentiellement masculins ! Il est possible de pêcher uniquement si l'on a acquitté une taxe auprès d'une société de pêche agréée. Le nombre de pêcheurs sur les rivières du sud-est du Département de la Loire et du nord-est du Département de la Haute-Loire est relativement élevé.

Nombre de pêcheurs / Année	Département de la Loire	Département de la Haute-Loire
1976	> 50 000	34 885
1981	30 000	33 000
1987	28 000	-
1988	-	37 000
1991	40 000	-
1997	> 28 000	-
1999	25 000	-
2005	-	18 710
2006	21 300	19 032
2008	> 23 000 (500 femmes)	19 366

Tableau 23 : Nombre de pêcheurs dans les Départements de la Loire et de la Haute-Loire en fonction des années (LA GAZETTE HAUTE-LOIRE, LA GAZETTE SAINT-ETIENNE METROPOLE, LA TRIBUNE – LE PROGRES)

L'O.N.E.M.A. fonctionne comme un bureau d'études et un parlement de la pêche. En France, deux millions de pêcheurs acquittent une taxe pour le fonctionnement de cet organisme. Il est possible de pêcher dans les cours d'eau de première et deuxième catégorie, dans les étangs et retenues artificielles prévus à cet effet. Pour pouvoir pratiquer ce loisir sur un terrain étendu, les A.A.P.P.M.A. ont mis en place une réciprocité, à l'exception de la Truite du Lignon.

Les sept bassins de Prélager (Saint-Régis-du-Coin) ont été aménagés près de la Dunerette pour répondre à cette vocation dès 1870. Même au cours d'épisodes de sécheresse importants, comme on en a connu en 2003, le rempoissonnement est désormais limité et la priorité est donnée au retour au fonctionnement « naturel » du milieu.

La F.D.P.P.M.A. a pour objectifs : la prévention auprès des pollueurs, l'information et la sensibilisation du public et des élus, la détection des foyers de pollution, la répression et la demande de poursuites assorties de dommages et intérêts réparateurs.

En 1988, la F.D.P.P.M.A. de la Haute-Loire a milité pour la réimplantation de l'ombre commun dans le Lignon. Une procédure a été mise en place pour classer le Barrage de Lavalette en tant que « grand lac de montagne », permettant une ouverture permanente pour la pêche en 1^{ère} catégorie.

Deuxième partie : Les besoins en eau et les outils de gestion

Nom de l'A.A.P.P.M.A.	Communes du territoire de l'A.A.P.P.M.A.	Longueur du réseau (en km)	Nombre de pêcheurs (Année)
L'Amicale des Pêcheurs du Chambon-Feugerolles et ses environs	Firminy, La Ricamarie, Le Chambon-Feugerolles, Saint-Romain-les-Atheux, Unieux	-	400 (1970) 1 200 (1990) 1 270 (2002)
Les Amis de la Gaule	La Séauve-sur-Semène, Saint-Didier-en-Velay, Saint-Just-Malmont	51,1	1 200 (1976) 972 (1981) 289 (2003) 266 (2004) 363 (2008)
Amis de la Semène	Pont-Salomon, Saint-Ferréol-d'Auroure	17,2	484 (2003) 441 (2004) 366 (2006) 371 (2007)
Amis des Deux Eaux	Coubon, Grazac, Les Villettes, Raucoules, Saint-Maurice-de-Lignon, Saint-Pal-de-Mons, Saint-Romain-Lachalm, Sainte-Sigolène	68,2	477 (2003) 432 (2004) 456 (2006)
Association des Pêcheurs à la Ligne d'Yssingeaux	Yssingeaux	108,9	634 (2003) 563 (2004)
La Carpe Héandaïse	Saint-Héand	-	135 (1997) 61 (2009)
La Carpe Stéphanoise	Saint-Christo-en-Jarez, Saint-Etienne, Sorbiers	-	2 132 (1984) 1 800 (1989) 600 (2000) 650 (2003) 600 (2005)
C.P.S.F.V.	Départements de la Loire et de la Haute-Loire	-	150 (1990 à 1999) 170 (2000)
Dunières-Riotord	Dunières, Riotord	85,7	988 (1980) 245 (2003) 207 (2004) 295 (2005) 247 (2007) 326 (2008)
La Gaule Amicale Aurécoise	Aurec-sur-Loire	31,9	451 (2003) 414 (2004) 574 (2005) 450 (2007)
La Gaule Bassoise	Bas-en-Basset	33,7	994 (2003) 1 011 (2004)
La Gaule Bourguisane	Bourg-Argental	-	-
Les Martins-Pêcheurs Rouchons	Roche-la-Molière	-	1 876 (1999) 1 100 (2003)
Monistrol-Gournier	Bas-en-Basset, Monistrol-sur-Loire	62,2	977 (2003) 817 (2004)
Les Pêcheurs à la ligne (Association Ripagérienne)	Genilac, Rive-de-Gier	-	-

Deuxième partie : Les besoins en eau et les outils de gestion

Nom de l'A.A.P.P.M.A.	Communes du territoire de l'A.A.P.P.M.A.	Longueur du réseau (en km)	Nombre de pêcheurs (Année)
Société de Pêche de Tence-Montfaucon	Lapte, Montfaucon-en-Velay, Tence, Yssingaux	93,5	692 (2003) 651 (2004) 891 (2005) 909 (2006) 964 (2007)
La Truite du Dorlay	La Grand-Croix, Lorette, La Terrasse-sur-Dorlay	-	-
La Truite du Gier et du Ban	Le Bessat, La Valla-en-Gier, Saint-Chamond, Saint-Etienne	-	1 600 (1992 et 1993)
La Truite du Lignon	Champclause, Chaudeyrolles, Fay-sur-Lignon, Le Chambon-sur-Lignon, Le Mazet Saint-Voy, Les Vastres	143	2 400 (1990) 700 (1996) 840 (2004) 892 (2005) 480 (2007) 564 (2008)
La Truite des Grands-Bois	Firminy, Jonzieux, Le Bessat, Marlhes, Planfoy, Saint-Genest-Malifaux, Saint-Régis-du-Coin, Tarentaise, Unieux (Le Pertuiset, Neuf-Ponts) et 3 autres communes	153 (1 ^{ère} catégorie) 110 (Pilat)	2 014 (1977) 2 285 (1979) 1 998 à 2 300 (1982) 1 799 (1983) 1 600 (1987) > 2 000 (1990) 1 842 (1995) 1 091 (2000) 750 (2005) 615 (2007)
La Truite Pélussinoise	Pélussin, Saint-Pierre-de-Boeuf		700 (1991)
Le Val d'Ance	Retournac	139,3	673 (2003) 574 (2004)

**Tableau 24 : A.A.P.P.M.A. sur le territoire du P.N.R. du Pilat, du S.I.P.G. et du S.I.C.A.L.A.
« Antenne de Tence » (LA GAZETTE HAUTE-LOIRE, LA GAZETTE SAINT-ETIENNE
METROPOLE, LA TRIBUNE – LE PROGRES)**

Les A.A.P.P.M.A. couvrent une très grande part du territoire d'étude. Elles sont parfois anciennes (plus de quarante ans d'existence). Comme au niveau national, la diminution du nombre d'adhérents a été très importante et se poursuit encore aujourd'hui pour certaines associations. Elles misent sur un rajeunissement de leur effectif pour perdurer la pratique de la pêche de loisir.

Quelles espèces pêche-t-on ? Il y a deux catégories de cours d'eau :

- les cours d'eau de 1^{ère} catégorie, où les salmonidés sont en majorité (saumons, ombles, ombres et truites ; poissons à nageoires rayonnées).
- les cours d'eau de 2^{ème} catégorie, où les cyprinidés sont dominants.

Deuxième partie : Les besoins en eau et les outils de gestion

1 ^{ère} CATEGORIE			2 ^{ème} CATEGORIE	
Cours d'eau principal	Affluents	Plans d'eau	Cours d'eau	Plans d'eau
Cotatay	-	Barrage du Cotatay Barrage du Dorlay Barrage de Lavalette Barrage de l'Ondenon Barrage de la Rive Barrage de Soulages Etang du Pêcher (Saint-Romain-les-Atheux) Etang de Virieu (Pélussin) Plan d'eau de Maclas (agriculture / pêche)	Loire	Barrage du Couzon Barrage de Grangent Barrage de Lavalette Barrage de la Rive Barrage de Soulages Bassin Carrot (Le Chambon-Feugerolles) Etang du Pêcher (Saint-Romain-les-Atheux) Plan d'eau de Saint-Pierre-de-Bœuf
Déôme	Argental			
	Biousse			
	Riotet			
	Ternay			
Dunerette	-			
Echapre				
Furan (de la source au Pont du Bernay à Saint-Etienne)	Furet			
	Ruisseau de la Barbarie			
Gier	Ban			
	Couzon			
	Dorlay			
	Mornante			
	Janon			
	Jarret			
Limony	Violon			
Malleval	-			
Ondenon	-			
Valencize	Régrillon			
Semène	Ecotay			
Valchérie	-			
Vérin	-			

Tableau 25 : Cours d'eau et plans d'eau du territoire d'étude classés en 1^{ère} et en 2^{ème} catégorie

	Salmonicole	Intermédiaire	Cyprinicole
Conforme	Semène amont	-	-
Perturbé	Affluents du Furan, Gier amont, Ondaine, Semène	Loire en Haute-Loire	Loire en aval de Grangent
Dégradé	Affluents en rive droite du Gier et de l'Ondaine	-	Furan, Gier, retenue de Grangent

Tableau 26 : Qualité des peuplements sur les cours d'eau du territoire d'étude (ASCONIT CONSULTANTS)

La forêt joue un rôle essentiel dans la préservation de la ressource en eau sur le territoire d'étude, même si elle se situe rarement dans des conditions optimales : vents forts, exploitation des résineux, sols minces et acides, pluviométrie irrégulière. L'agriculture est souvent extensive. Là où elle constitue un pôle important de vitalité économique, elle est souvent appuyée par l'irrigation et de nombreuses retenues collinaires

Deuxième partie : Les besoins en eau et les outils de gestion

pour pallier à une pluviométrie déficitaire. De moins en moins gourmande en eau et de plus en plus discrète, l'industrie est consommatrice d'eau surtout dans la Vallée du Gier. Parmi les activités de loisirs, aucune ne se développe sur tout le territoire. La pêche a perdu de nombreux adhérents mais les structures sont solides et bénéficient de cours d'eau de qualité globalement satisfaisante. Les sites de baignade et de pratique de la voile dépendent de conditions météorologiques aléatoires (température et vent).

Nous avons tenté d'effectuer un panorama des activités liées à la présence de l'eau. Ces activités et ces besoins sont encadrés par des structures qui se sont attribuées la compétence de leur gestion et la responsabilité. En matière d'alimentation en eau potable et d'assainissement, quelles sont ces structures ?

Chapitre 2 : Les outils de gestion de la ressource

Dans le domaine de la gestion de l'eau, on peut distinguer gestion spatiale de l'eau et gestion fluxiale de l'eau. « *La gestion de l'eau est l'ensemble des interventions ayant pour objet de gérer l'eau de façon intentionnelle sur un territoire, qu'elle qu'en soit l'échelle. Quand on parle de gestion fluxiale de l'eau, on agit sur les flux pour les canaliser, les orienter, les traiter. Il ne s'agit qu'un mode de gestion de l'eau parmi d'autres bien qu'il soit aujourd'hui dominant. La gestion spatiale de l'eau comprend des choix pris en fonction de considérations liées à l'eau.* » (J.-B. NARCY, 2004).

2.1 De 1898 à 2000 : de la France à l'Europe

La première grande loi sur l'eau est la loi du **8 avril 1898**. Elle concerne les usages de l'eau et décrit les premiers termes du partage de la ressource, surtout entre agriculteurs et industriels. L'Etat détient désormais le pouvoir de Police de l'Eau. Les objectifs de la Police de l'Eau sont :

- la lutte contre la pollution des cours d'eau superficiels ou souterrains et des plans d'eau
- le contrôle des obstacles à l'écoulement des eaux
- la prévention des inondations
- la protection des milieux aquatiques et des zones humides
- la conciliation des usages de l'eau

Aujourd'hui, au niveau départemental, la Police de l'Eau est partagée entre trois services :

- la D.D.E. est chargée de la surveillance des eaux urbaines.
- la D.D.A.S.S. est chargée de la surveillance des eaux souterraines, des épandages, de l'auto-surveillance des stations d'épuration, du contrôle des périmètres de protection des captages.
- la D.D.A.F. est chargée de la surveillance de l'ensemble du linéaire du cours d'eau, hormis la Loire qui est surveillée par la D.D.E. La D.D.E.A., qui dépend de la D.I.R.EN. Rhône-Alpes, a repris en 2005 l'ensemble des services de l'eau pour le Département de la Loire.

La Police de l'Eau est assurée par la D.R.I.R.E. pour l'ensemble des activités industrielles. Les brigades de l'O.N.E.M.A. *« peuvent constater les infractions par procès-verbal outre leurs missions de connaissance, de protection et de mise en valeur du patrimoine »*.

Dans les années 1950, c'est la *« mise en place d'une gestion de l'eau par filière qui consiste à satisfaire l'ensemble des besoins en eau par type d'usage à un coût minimum pour la collectivité, en limitant ou contrôlant les concurrences entre les divers usages. »* (D. PUECH, 1995).

Le **16 décembre 1964** est une date fondamentale car pour la première fois dans l'Histoire, le territoire administratif français est « découpé » en respectant les grands bassins hydrographiques. Les Comités de Bassin sont créés pour être les organes décideurs des six Agences financières de Bassin (Adour-Garonne, Artois-Picardie, Loire-Bretagne, Rhône-Méditerranée et Corse, Rhin-Meuse et Seine-Normandie), chargées de mettre en œuvre les orientations des bassins et d'instaurer le principe pollueur-payeur. L'objectif est la lutte contre la pollution et le partage de la ressource entre *« l'alimentation en eau potable et la santé publique, l'agriculture, l'industrie, les transports, et toute autre activité d'intérêt général ; la vie biologique du milieu récepteur. »* La préoccupation du partage de la ressource entre les différents usages est prioritaire par rapport à la préservation du milieu aquatique. L'usage de l'eau est : *« l'acte de mise en application d'une ou plusieurs fonctions de l'eau. Les fonctions de l'eau (socioculturelles, économiques, écologiques) correspondent aux différentes aptitudes que lui confèrent ses propriétés physico-chimiques et sa répartition dans le milieu naturel. »* (J.-B. NARCY, 2004).

La mise en place de périmètres de protection. D'après le Rapport d'évaluation de la politique de préservation de la ressource en eau destinée à la consommation humaine, *« La qualité d'une ressource en eau, qu'elle soit superficielle ou souterraine, est conditionnée par les caractéristiques naturelles de sa zone d'alimentation, par les activités humaines exercées dans cette zone et par les précautions prises pour limiter les déversements, rejets, écoulements et dépôts de substances polluantes. [...] L'article L. 1321-2 du Code de la santé publique résultant notamment de la codification en 1958 du décret-loi de 1935 prévoyait la possibilité d'assurer la protection de la qualité des eaux destinées à l'alimentation des collectivités humaines en créant des périmètres de protection autour des captages. La loi 64-1245 du 16 décembre 1964 a rendu obligatoire la détermination des*

périmètres de protection en même temps que la déclaration d'utilité publique. [...] La loi 92-3 du 3 janvier 1992 a étendu cette obligation aux ouvrages existant antérieurement à la publication de la loi de 1964 en donnant un délai de cinq ans pour la mise en conformité de tous les captages. » Pourtant, le rapport conteste l'efficacité de la procédure : « La mise en place des périmètres de protection n'est pas un instrument efficace pour réduire les effets de pollutions diffuses et notamment des pollutions azotées d'origine agricole ».

Dans sa demande de concession datée de 1965, la S.E.ME.C.L.A. avait prévu la création du Barrage de Cublaise sur le Lignon vellave, d'une capacité de 150 M m³. Provoquant la colère des paysans de la région, et la protestation des associations écologistes dès 1980, cette proposition n'a pas été retenue par la suite. Le Barrage de Cublaise aurait eu pour fonctions l'écêtement de crue et le soutien d'étiage.

Dans les années 1970, c'est encore à une gestion par flux à laquelle nous sommes confrontés. La question du développement durable n'était pas encore à l'ordre du jour. Le C.N.E. affirmait en 1974 : « *Il s'agit d'affecter à certaines rivières la fonction de collecte et de transport des eaux pures vers les villes, tandis que d'autres sont dévolues à l'évacuation des pollutions « quasi fatales » des plus grandes concentrations humaines et industrielles.* » En janvier 1978, le Comité de Bassin Loire-Bretagne exposait sa politique de préservation de la ressource en eau. Cela passait par la construction de grands barrages-réservoirs, de petites retenues, et par l'exploitation accrue des nappes souterraines.

Il faut attendre la loi « Pêche » du 29 avril 1984⁷ pour obtenir la reconnaissance que « *la préservation des milieux aquatiques et du patrimoine piscicole est d'intérêt général.* » Elle témoigne de la prise en compte d'une nouvelle demande sociale pour un environnement préservé, de la reconnaissance des loisirs nautiques en rivière, de la randonnée et du tourisme vert en tant qu'usages de l'eau ou de l'eau-milieu. La loi précise l'obligation aux riverains d'entretenir les cours d'eau dont ils sont propriétaires. Les riverains peuvent en confier l'entretien aux A.A.P.P.M.A., en échange du droit de pêche. En 1985, C. SOLEILHAC, Président de la F.D.P.P.M.A. de la Haute-Loire, résumait l'esprit de cette loi. « *Cette loi va modifier considérablement l'esprit de la législation sur la pêche qui consistait jusqu'à maintenant à régler principalement l'exercice d'un loisir. Elle répond maintenant à des objectifs plus ambitieux et plus novateurs pour assurer la conservation d'un patrimoine naturel sensible, éviter toute pollution de la nature, conforter un esprit associatif et inscrire l'activité dans le contexte économique...* »

⁷ Loi n°84-512 relative à la pêche en eau douce et à la gestion des ressources piscicoles.

Le 23 juin 1987, A. CARIGNON, alors Ministre de l'Environnement, a signé une convention-cadre pour la politique de l'eau dans le département de la Loire, avec le Conseil Général de la Loire et les Agences de Bassin R.M.C. et Loire-Bretagne. Les objectifs principaux étaient les suivants :

- la protection des ressources contre les pollutions diffuses en se donnant d'ici à dix ans les garanties d'une protection totale
- la rationalisation de l'exploitation des équipements hydrauliques
- la protection de l'alimentation en eau potable contre les risques accidentels
- l'augmentation de la ressource en eau pour les besoins agricoles en développant l'irrigation
- l'aménagement des rivières et l'amélioration de la qualité de leurs eaux

Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (S.D.A.G.E.). Le territoire d'étude est partagé en deux S.D.A.G.E. : le S.D.A.G.E. Loire-Bretagne et le S.D.A.G.E. Rhône-Méditerranée et Corse.

En 1992, les Agences de Bassin prennent le nom d'Agences de l'Eau. La préservation des milieux aquatiques devient prioritaire, du moins dans la **loi du 3 janvier 1992**, par rapport à la satisfaction des usages⁸. La préservation des zones humides, la restauration de la qualité des eaux, le développement et la protection de la ressource en eau apparaissent pour la première fois dans le texte d'une loi sur l'eau. D'après le Rapport d'évaluation de la politique de préservation de la ressource en eau destinée à la consommation humaine, « *Un dispositif d'information des consommateurs a été instauré. Il prévoit notamment :*

- *le caractère public et communicable aux tiers des analyses de contrôle des eaux*
- *l'affichage en mairie des résultats des analyses*
- *la transmission annuelle à l'abonné, avec une facture d'eau, d'une synthèse établie par la D.D.A.S.S. portant sur les éléments essentiels sur la qualité de l'eau distribuée l'année précédente*
- *la présentation par le Maire au conseil municipal d'un rapport annuel sur le prix de l'eau et la qualité du service public de l'eau potable ».*

⁸ Art.1 de la loi 92-3 sur l'eau du 3 janvier 1992 : « *L'eau fait partie du patrimoine commun de la nation. Sa protection, sa mise en valeur et le développement de la ressource utilisable, dans le respect des équilibres naturels, est d'intérêt général.* »

La Loi sur l'Eau de 1992 marque l'avènement du S.D.A.G.E. Ce document planificateur réunit les grandes orientations à prendre à l'échelle d'un grand bassin hydrographique et ce document est programmé pour une durée de 15 ans. Toutes les décisions prises au sein du bassin concernant la gestion de l'eau doivent être conformes avec les objectifs décrits dans le S.D.A.G.E. Entre le S.D.A.G.E. et la réalité territoriale il y a un pas qui n'est pas toujours simple à franchir. C'est pour cette raison qu'ont été établies deux autres déclinaisons territoriales : le S.A.G.E. et le Contrat de Rivière, de Baie ou de Nappe. Le S.A.G.E. doit s'imbriquer au sein du périmètre global défini par le S.D.A.G.E. et concerne directement le bassin versant d'un cours d'eau en particulier. *« Les S.A.G.E. sont d'ordinaire initiés dans des contextes difficiles relatifs à la ressource en eau. Ils ont pour but d'engager la concertation entre l'ensemble des acteurs concernés, de manière à améliorer la situation et à établir une gestion de l'eau efficace et durable, pour quinze ans. »* (A.GOUSSOT, 2003).

En mars 1996, le S.D.A.G.E. Loire-Bretagne a fixé plusieurs objectifs : l'amélioration de la ressource pour l'alimentation en eau potable, l'amélioration de la qualité des eaux superficielles, la réhabilitation des cours d'eau, la restauration des zones humides et la maîtrise des rejets agricoles. *« L'arbitrage entre les usages se fera au niveau des S.A.G.E., la seule priorité commune étant d'assurer en période critique, les besoins vitaux de l'homme et des animaux »* (A. GOUSSOT, 2003). Le S.D.A.G.E. Loire-Bretagne a été approuvé le 1^{er} décembre 1996.

En juillet 2005, le Comité de Bassin Loire-Bretagne a fixé les enjeux du prochain S.D.A.G.E. pour les sous-bassins « Allier – Loire Amont » : la reconquête de la qualité de l'eau, la protection de la santé et de l'environnement, la préservation du patrimoine naturel, la gestion de l'eau comme un bien commun et le développement des solidarités entre usagers.

Le 27 février 2007, l'Agence de l'Eau R.M.C. a précisé les objectifs du programme 2007-2012 : *« le triplement des actions de restauration des milieux aquatiques, le renforcement de la lutte contre les pollutions diffuses, et une très forte sélectivité : de nombreuses aides ne seront accordées que sous réserve d'une démarche territoriale concertée, dans le cadre d'un S.A.G.E. ou d'un contrat territorial sur un bassin versant ou encore d'une convention de partenariat avec une collectivité. »* Le programme a été adopté le 1^{er} décembre 2006 par le Comité de Bassin. Il y a quatre grandes priorités :

- l'application de la directive européenne sur les eaux résiduelles urbaines, avec la mise aux normes de toutes les stations d'épuration

- l'obtention du bon état écologique des rivières et plans d'eau pour 2015
- la loi sur l'eau et les milieux aquatiques : une mesure de solidarité des zones urbaines envers les petites communes rurales (moins de 2 000 habitants) : amélioration des captages, des assainissements, des traitements arsenic ou la réalisation de stations d'épuration. Les interventions seront déterminées en lien avec les Conseils Généraux.
- l'investissement en lieu et place de l'aide au fonctionnement des structures

Le 5 février 2007, le Conseil Régional d'Auvergne a adopté le Contrat de projet interrégional Loire, qui succède aux Plan Loire de 1994 et de 2000. Ses objectifs sont les suivants : la protection de la qualité de l'eau et de la biodiversité, la gestion de crises telles que les étiages en périodes de sécheresses et les inondations.

Le Contrat de Rivière. C'est une convention juridique par laquelle les contractants s'engagent d'agir ou de ne pas agir. Il a été institué par le comité interministériel de la qualité de la vie le **19 mai 1980** et par la circulaire du ministère de l'Environnement du **5 février 1981**. La durée du Contrat est de 5 ans.

C'est un outil réglementaire, dont l'intérêt est de pouvoir aboutir à une gestion concertée et à long terme de la ressource en eau. Il s'agit de tenter d'établir un consensus commun entre les différents acteurs sur un territoire commun, le plus souvent le bassin hydrographique. Cela dit, les logiques d'organisation et d'aménagement du territoire dépassent cette simple notion de bassin. Elles tiennent compte de l'Histoire et de l'implication de chacun dans un autre découpage du territoire.

La Directive Cadre sur l'Eau (D.C.E.). La directive 2000/60 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau, dite D.C.E., a été adoptée le **23 octobre 2000** et publiée au Journal Officiel des Communautés Européennes le **22 décembre 2000**. Elle donne une définition concrète à l'objectif de qualité des eaux et décline les possibilités d'aboutissement à un « bon état écologique » d'ici 2015 pour tous les Etats membres de l'Union Européenne. Tous les milieux aquatiques sont concernés par cette directive. Certains milieux ou districts peuvent être internationaux. Lors de l'état des lieux préalable, un plan de gestion et un programme de mesures par district (sur notre territoire d'étude : le district « Loire » et le district « Rhône et côtiers méditerranéens ») ont été finalisés. Le Comité de Bassin est chargé d'établir le plan de gestion, soumis ensuite à approbation par le Préfet Coordinateur de Bassin.

Deuxième partie : Les besoins en eau et les outils de gestion

Les conditions d'application des sanctions pour tout organisme ne respectant pas cette directive sont à définir. Cela implique aussi l'estimation du coût économique et environnemental de la dégradation de la ressource en eau.

Quel est le cadre territorial idéal pour la gestion de la ressource en eau ? Le territoire administratif s'oppose au territoire naturel, déterminé par le bassin versant. Deux visions s'opposent. D'après le Rapport d'évaluation sur la politique de protection de la ressource en eau destinée à la consommation humaine, *« le cadre départemental pourrait bien convenir pour intégrer la protection des ressources dans une vision d'ensemble de la desserte en eau des populations. [...] Le département est un cadre habituel de programmation des questions intéressant les communes et leurs groupements. Certains départements sont déjà directement impliqués dans l'aide aux collectivités responsables des services d'eau potable pour la mise en place des périmètres de protection. »*

« Bien qu'il s'agisse d'un objet géographique présenté comme naturel, le bassin versant n'en demeure pas moins une forme de découpage de la nature qui renvoie toujours à une vision particulière du territoire et de sa finalité. Puisqu'il s'apparente à l'exercice du pouvoir et à sa délimitation, le découpage du territoire, aussi naturel soit-il, n'est pas neutre et s'apparente à un acte d'objectivation de celui-ci. » (VANIER, 1997).

2.2. L'organisation de la gestion de l'eau dans les Départements de la Loire et de la Haute-Loire

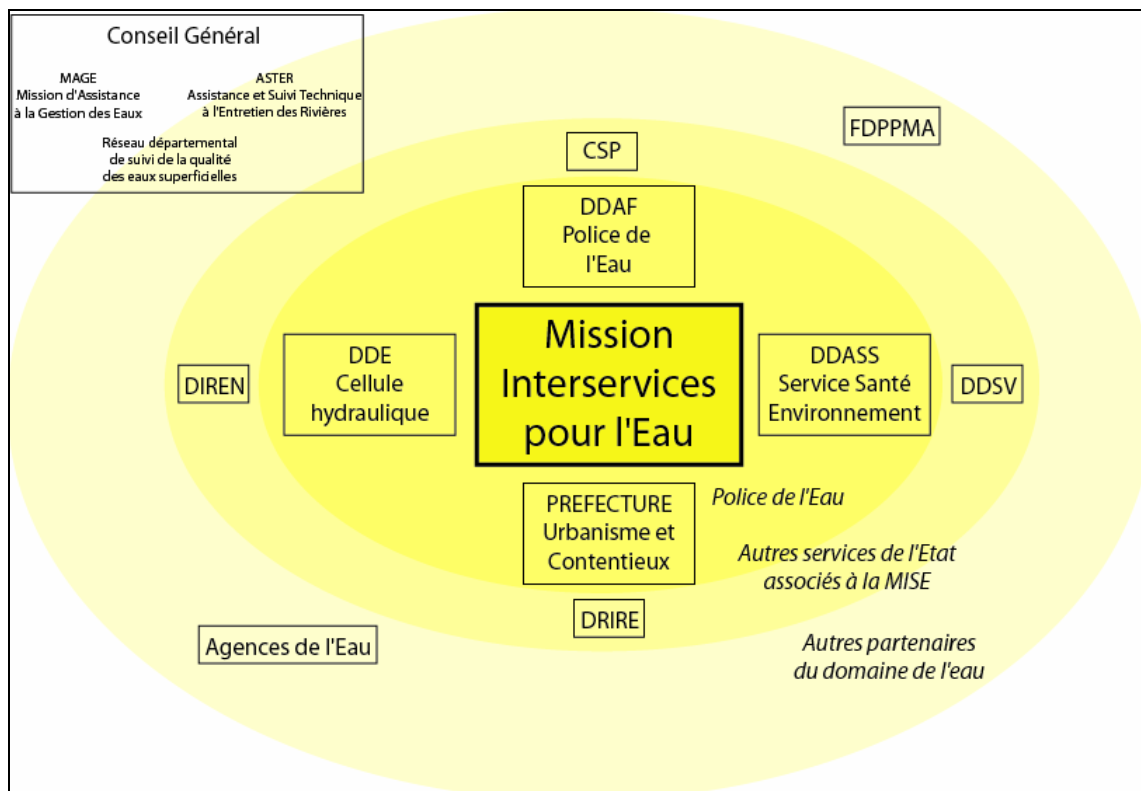


Figure 102 : L'organisation de la gestion de l'eau autour de la Mission Interservices pour l'Eau dans le département de la Loire, avant regroupement de la D.D.E. et de la D.D.A.F. en une D.D.E.A.

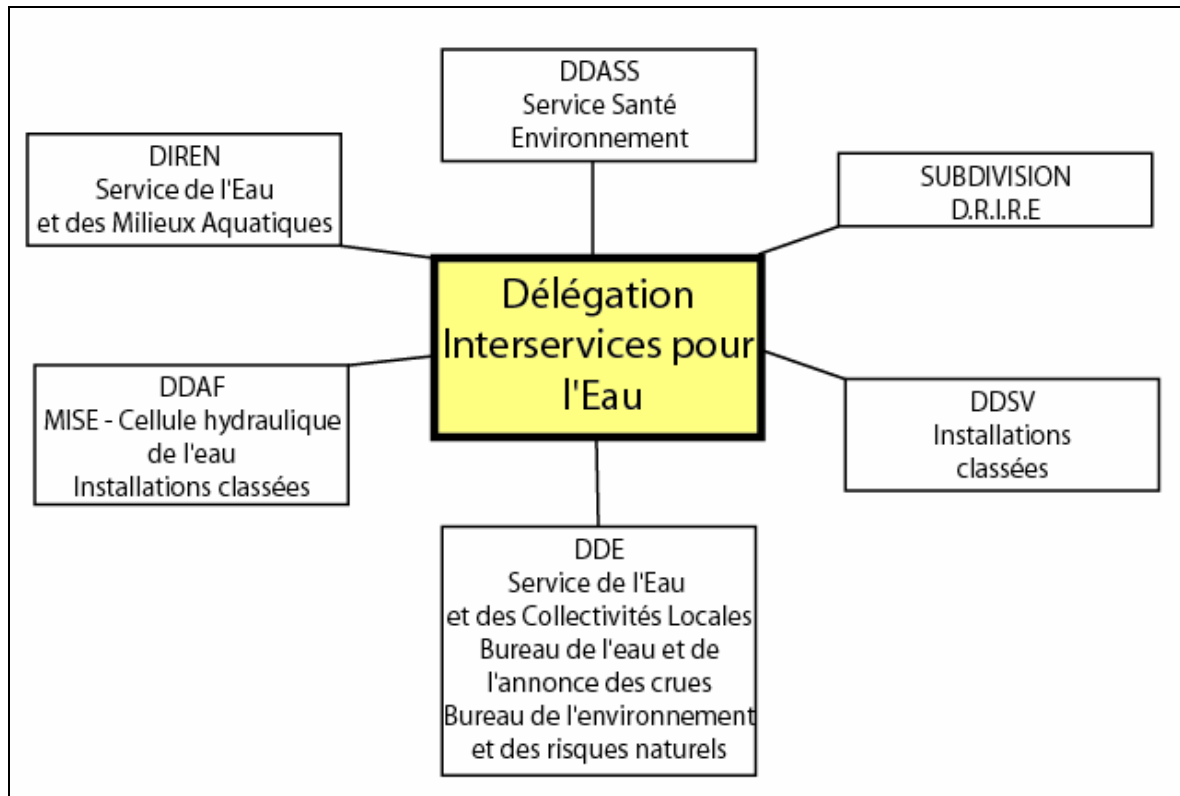


Figure 103 : L'organisation de la gestion de l'eau autour de la Délégation Interservices pour l'Eau en Haute-Loire

La M.I.S.E. a été mise en place en 1995 par le Préfet de la Loire. Elle regroupe les services de la D.D.A.S.S., de la D.D.E.A., de la Direction Régionale de l'Environnement, les services préfectoraux et la brigade départementale de l'O.N.E.M.A.

Le Conseil Général de la Loire a été à l'initiative d'un Schéma Directeur Départemental d'Alimentation en Eau Potable en 1993, avec la coordination des Agences de l'Eau Loire-Bretagne et Rhône-Méditerranée et Corse. Les objectifs étaient de « *faire un état des lieux des ressources en eau et des infrastructures du département* » et de « *définir les travaux structurants à réaliser pour répondre aux besoins à l'horizon 2015.* »

La D.I.P.E. a été créée par arrêté préfectoral le 8 mars 2001. Elle est placée sous l'autorité directe du Sous-Préfet d'Yssingeaux. Le Délégué Interservices pour l'Eau est compétent en matière de :

- police et conservation des eaux et des milieux aquatiques, police de la pêche, police judiciaire
- la mise en œuvre de la politique piscicole
- l'application des dispositions des directives européennes (eaux résiduaires urbaines, nitrates)

- la protection de la ressource en eau (périmètre de protection des captages, eaux minérales)
- la participation aux démarches de planification (S.D.A.G.E., S.A.G.E., Contrats de Rivières)
- la gestion des conflits d'usage et de la ressource en eau (prélèvements, activités touristiques, pêche, protection et préservation des milieux aquatiques)
- l'élaboration en collaboration avec le Conseil Général, du schéma départemental d'adduction en eau potable et du schéma départemental d'assainissement.

Nous allons maintenant décliner le programme de gestion directe ou indirecte de la ressource en eau sur le territoire étudié, partagé entre le S.D.A.G.E. R.M.C. et le S.D.A.G.E. Loire-Bretagne. Le S.A.G.E. Loire Amont et le S.A.G.E. Loire-Lignon, les Contrats de rivière Furan, Gier, Ondaine et Semène sont aujourd'hui les outils opérationnels.

2.3 Les outils de gestion de la ressource en eau propres au territoire d'étude

2.3.1 La gestion de la ressource en eau dans le S.A.G.E. « Loire Amont »

Le S.A.G.E. « Loire Forézienne » est aujourd'hui au stade de l'émergence. L'initiative locale existe, le dossier préliminaire est en cours de constitution. La Commission Locale de l'Eau, l'organisme chargé de l'élaboration du S.A.G.E. « Loire Amont », a été formée le 19 octobre 2004. Les cinq enjeux principaux de ce S.A.G.E. concernent *« l'amélioration du fonctionnement naturel des cours d'eau, la gestion quantitative de la ressource en eau, la réduction de la vulnérabilité face au risque d'inondation, l'amélioration et la préservation de la qualité des eaux, la préservation et la gestion des milieux aquatiques »*.

Le S.A.G.E. « Loire Amont » s'étend sur 3 815 km² et concerne 180 communes : 125 communes en Haute-Loire, 22 communes en Ardèche, 17 communes dans la Loire et 16 dans le Puy-de-Dôme. Le porteur du projet est le Conseil Général de la Haute-Loire.

La question du partage de la ressource en eau du Barrage de Grangent. Le Barrage de Grangent, mis en eau entre octobre 1957 et 8 février 1958, a suscité beaucoup de discussions avant et après sa mise en eau. L'idée de la construction d'un barrage sur le site de Grangent, aux abords des Gorges de la Loire, est sortie des cartons de la Compagnie d'Electricité de la Loire en 1942. Sans ressources financières suffisantes, cette compagnie a laissé E.D.F., une entreprise nationalisée, reprendre l'initiative. Lorsque E.D.F. promouvait la possibilité d'utiliser la retenue à des fins de loisirs, les écologistes et les pêcheurs craignaient la destruction de l'écosystème des Gorges de la Loire. C'était opposer peu de poids face aux instances nationales : ce n'est qu'en septembre 1951 que la population a été informée du projet de construction du barrage. Elle n'a pu s'exprimer que par écrit sur des cahiers « de doléances », en 1952, pendant huit jours seulement.

Le Barrage de Grangent est un ouvrage à vocation multiple : production d'hydro-électricité (122 GWh par an, soit la consommation domestique annuelle d'une ville de 100 000 habitants), alimentation en eau du Canal du Forez, activités récréatives (voile et baignade) sur le plan d'eau. La capacité de la retenue est de 57,4 M m³ et la capacité utile est de 28 M m³. La retenue s'étend sur 23 km, et sa superficie est de 365 ha. La cote maximale de la retenue artificielle de Grangent, la cote 420 NGF, doit être maintenue du 1^{er} juin au 15 septembre pour permettre la pratique des activités touristiques (voile et baignade). Ce délai ne s'applique pas lors des années de vidanges décennales. E.D.F. s'est engagée à respecter ce délai lors de la signature du cahier des charges avant la construction de l'ouvrage. L'entreprise de production d'électricité s'est engagée pour une concession de 75 ans, datée de 1957. L'usine comprend deux groupes turbines et deux groupes auxiliaires : le groupe « Forez » pour la réalimentation du Canal du Forez, et le groupe « Loire » pour la restitution des eaux au fleuve en période d'arrêt de l'exploitation.

Cote	Signification
420 m N.G.F.	Retenue pleine
410 m N.G.F.	Minimum autorisé en exploitation
404 m N.G.F.	Vidange partielle
386,5 m N.G.F.	Culot résiduel de la vidange mesurée
373,5 m N.G.F.	Axe de la vanne de fond

Tableau 27 : Les cotes du Barrage de Grangent et leur signification

La circulaire interministérielle N°70 / 15 du 14 août 1970 impose une visite de sécurité obligatoire cinq ans après la mise en eau et ensuite tous les dix ans au maître d'ouvrage d'un Barrage de plus de 15 mètres de hauteur. Cette visite porte sur le parement amont, les ouvrages de prise d'eau et de vidange. C'est une réglementation propre à la France. La construction d'une passe à poissons a été envisagée mais il s'agit d'un projet difficile à concevoir et coûteux. Le 1^{er} avril 2006, M. ARNOULD, membre du W.W.F., proposa des solutions pour la gestion du Barrage de Grangent : *« l'augmentation du débit réservé, l'atténuation des éclusées, le franchissement par les migrateurs, un usage plus économe de l'eau d'irrigation via le canal du Forez et la transparence pour les sédiments afin de rehausser le plancher alluvial de la Loire. »*

L'alimentation en eau du Canal du Forez via le Barrage de Grangent.



Photo 15 : Le Canal du Forez à Saint-Marcellin-en-Forez (Y. BENMALEK, 29.04.2004)

Les travaux de construction du Canal du Forez, destiné à l'irrigation des canaux de la Plaine du Forez, en rive gauche de la Loire, ont débuté en 1865 et se sont achevés en 1887 pour la branche principale et en 1914 pour son extension maximale. Le Département de la Loire a eu en charge la gestion du Canal jusqu'au 31 décembre 1965. Il a été transféré au S.M.I.F. Il regroupe le Département de la Loire, les 35 communes et 18 Associations Syndicales d'Irrigation desservies par le Canal et la Chambre d'Agriculture.

Deuxième partie : Les besoins en eau et les outils de gestion

	2000	2001	2002	2003
Janvier	1 116 000	1 674 000	167 400	1 116 000
Février	1 368 000	738 000	1 008 000	1 008 000
Mars	1 647 000	306 000	128 700	1 899 000
Avril	1 989 000	1 620 000	5 482 440	4 312 260
Mai	3 438 000	1 764 000	5 135 760	7 396 200
Juin	5 327 820	3 854 250	5 233 320	7 083 360
Juillet	6 540 120	6 033 420	5 439 240	6 967 260
Août	7 149 780	5 987 160	5 688 900	6 025 680
Septembre	4 764 960	4 546 080	4 092 120	4 237 200
Octobre	2 232 000	1 971 000	1 107 000	2 727 000
Novembre	1 620 000	1 350 000	351 000	2 160 000
Décembre	1 674 000	1 584 000	1 080 000	1 350 000
Total	38 866 680	31 427 910	34 913 880	46 281 960
Total été	29 209 680	23 804 910	31 071 780	36 021 960
Total hiver	9 657 000	7 623 000	3 842 100	10 260 000

Tableau 28 : Volume d'eau (en m³) et nombre d'heures d'alimentation du Canal du Forez par la retenue de Grangent (ASCONIT CONSULTANTS)

Le fonctionnement du Canal du Forez est étroitement lié à celui du Barrage de Grangent : « *Les modalités d'exploitation de l'ouvrage et les contraintes de répartition des débits à l'aval et de cote du plan d'eau amont sont donnés par :*

- *l'accord du 8 octobre 1953 entre E.D.F. et le Département de la Loire*
- *le cahier des charges de l'exploitation annexé au décret du 5 septembre 1960 relatif à la concession*
- *l'arrêté préfectoral du 25 juillet 1962 précisant la répartition des débits entre le Canal du Forez et la Loire. [...]*

Les modalités d'exploitation de l'ouvrage et les contraintes de répartition des débits sont les suivantes :

- *du 15 septembre au 1^{er} juin : il n'y a pas de sujétion de niveau*
 - *si le débit q à Bas-en-Basset est supérieur à $5,4 \text{ m}^3 / \text{s}$, E.D.F. restitue à l'aval du Barrage de Grangent un débit minimum de $2 \text{ m}^3 / \text{s}$ au fleuve Loire et assure l'alimentation du Canal du Forez dans la limite d'un débit de $5 \text{ m}^3 / \text{s}$*
 - *si le débit q à Bas-en-Basset est inférieur à $5,4 \text{ m}^3 / \text{s}$, E.D.F. restitue à l'aval du Barrage de Grangent un débit global égal à $1,1 q$; répartis en au moins $2 \text{ m}^3 / \text{s}$ restitués à la Loire, le reste au Canal du Forez*
- *du 1^{er} juin au 15 septembre :*
 - *La cote amont doit être maintenue à 420 NGF*

- E.D.F. restitue à l'aval du Barrage de Grangent un débit égal à 1,1 q. Au moins 2 m³ / s sont restitués à la Loire, le reste au Canal du Forez dans la limite d'un débit de 5 m³ / s.

- Si nécessaire, un prélèvement supplémentaire peut être fait au profit du Canal du Forez en abaissant la retenue jusqu'à la cote 419 NGF (correspondant à une réserve de 3,5 M m³), dans la limite d'un débit total dérivé de 5 m³ / s et d'une variation maximum quotidienne du plan d'eau de 4 cm. » (ASCONIT CONSULTANTS).

En cas de prélèvement plus important et estimé nécessaire par un ou plusieurs usagers, la D.D.E.A. et le Préfet sont censés intervenir. C'est un secteur de conflits entre : E.D.F., exploitant de la retenue ; les pêcheurs, les riverains, les agriculteurs et les industriels à l'aval de la retenue.

2.3.2 La gestion de la ressource en eau dans le S.A.G.E. « Lignon du Velay »

Le S.I.C.A.L.A. « Antenne de Tence » a envisagé fin 1999 un S.A.G.E. sur son territoire, il en est aujourd'hui la structure porteuse. Le S.A.G.E. « Lignon du Velay » est en phase d'approbation par le Préfet. Les Préfets de l'Ardèche, de la Loire et de la Haute-Loire ont fixé le périmètre du S.A.G.E. « Lignon du Velay » le 16 octobre 2003. La C.L.E., l'organisme chargé de l'élaboration du S.A.G.E. « Lignon du Velay », a été formée le 15 septembre 2004. Le S.A.G.E. « Lignon du Velay » s'étend sur 708 km² et concerne 34 communes : 29 communes en Haute-Loire, 3 en Ardèche et 2 dans la Loire, ce qui représente environ 26 000 habitants au sein du bassin versant et 434 km de cours d'eau.

Des efforts de gestion et d'amélioration de la ressource en eau ont été effectués avant avec la mise en place du Contrat de Rivière « Lignon du Velay » en 1984. L'amélioration des débits réservés des Barrages de La Chapelette et de Lavalette a eu lieu en 1998.

La signature du protocole d'accord qui porte sur les débits réservés du Lignon a eu lieu entre le S.I.C.A.L.A. « Antenne de Tence », E.D.F., l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne, la F.D.P.P.M.A. 43, l'A.A.P.P.M.A. d'Yssingaux et la Ville de Saint-Etienne.

Les cinq enjeux principaux de ce S.A.G.E. concernent « la protection de la ressource en eau potable, l'amélioration de la gestion quantitative de la ressource, la restauration des milieux, l'amélioration des habitats piscicoles et de la circulation piscicole, la valorisation touristique et pédagogique de la ressource, respectueuse de

l'environnement. » L'objectif principal est la réhabilitation de la ressource en eau sur l'ensemble du bassin versant. Les motifs d'inquiétude sont nombreux : drainages excessifs, forages intempestifs, captages intensifs des sources, prélèvements excessifs des cours d'eau en surface, épuisement des nappes entraînant assèchements des affluents Ligne et Mousse et des « narces », débits très faibles du Lignon entre Le Chambon-sur-Lignon et le Barrage de Lavalette. Plusieurs ruisseaux comme la Sérigoule, la Brossette et le Chansou connaissent régulièrement des pollutions par hydrocarbures. Plus de cent zones humides du Bassin versant du Lignon ont été identifiées dans le cadre d'une étude sur le soutien d'étiage et des réserves hydriques.

2.3.3 La gestion de la ressource en eau dans les différents contrats de rivière

Les Contrats de Rivière en cours sur notre territoire d'étude portent sur le Furan, le Gier, le Lignon du Velay, l'Ondaine et la Semène.

Le Contrat de Rivière « Cance – Déûme / Déôme – Torrenson ». Le Contrat de Rivière est le seul du territoire d'étude à porter sur trois cours d'eau différents en un seul et même territoire. La Déôme, appelée Déûme dans le département de l'Ardèche, est un affluent de la Cance. Le Contrat, qui porte sur 28 communes (8 dans le département de la Loire), a été signé le 23 février 2004. La coordination et le suivi du Contrat de Rivière sont assurés par le Syndicat des Trois Rivières Cance – Déûme / Déôme – Torrenson.

Le Contrat de Rivière « Furan et ses affluents ». Cette procédure est portée par la communauté d'agglomération Saint-Etienne Métropole dans le cadre de son Contrat Global de Développement. Le Contrat de Rivière « Furan et ses affluents » s'étend lui sur une durée de sept ans (2005-2012) et sa mise en application concerne les 17 communes du bassin versant, le Département de la Loire, la Région Rhône-Alpes, l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne, les services de l'Etat et l'ensemble des usagers. Il a été signé le 9 décembre 2005. Le coût de l'investissement est de 26,616 M €

Le Furan prend sa source près du Bessat à 1 160 mètres d'altitude et traverse Saint-Etienne. Il se jette dans la Loire au quartier de La Fabrique à Andrézieux-Bouthéon, à 350 mètres d'altitude. Il reçoit 31 affluents. La longueur du cours d'eau est de 36 km. La pente moyenne est de 2,1 %. Le bassin versant a une superficie de 178 km².

Depuis 1998, les communes appartenant à la communauté d'agglomération se sont données pour objectif d'améliorer la qualité des eaux de la rivière principale et de ses affluents, de réduire les pollutions domestiques, industrielles et agricoles et de gérer les eaux parasites. Comme pour la rivière Ondaine, la rivière Furan déversait une eau de mauvaise qualité dans le fleuve à sa confluence avec la Loire, à Andrézieux-Bouthéon. Les berges du Furan vont être restaurées sur l'ensemble du linéaire du cours d'eau, en partie pour offrir aux visiteurs un aspect paysager plus agréable.

Le Contrat de Rivière « Gier ». En novembre 1992, le Contrat de Rivière « Gier » a reçu l'agrément de la Commission du Ministère de l'Environnement. En février 1994, le S.I.P.G. s'est engagé dans un programme de reconquête du Gier et de ses affluents par le biais d'une étude qualitative sur l'eau et une meilleure gestion de l'assainissement. Le Comité de Rivière a été constitué. Le contrat a été signé le 28 mars 1995 pour 263 MF (40,09 M €). Il portait sur un territoire de 425 km².

Une équipe d'entretien de la rivière a été constituée le 1^{er} juillet 1997 par le S.I.P.G. Les communes adhérentes au Contrat de Rivière « Gier » étaient les communes du S.I.P.G. depuis 1994, Givors et Saint-Jean-Bonnefonds (1996), de la communauté de communes de Condrieu (2000) et de la communauté de communes du Pays de Mornant.

Le Comité de Bassin Rhône-Méditerranée et Corse considérait à la conclusion du contrat que les objectifs avaient été atteints, à l'exception de l'assainissement du quartier stéphanois de Terrenoire. Le Contrat de Rivière « Gier » s'est achevé en novembre 2001.

Le Contrat de Rivière « Lignon du Velay ». L'avis d'agrément du Ministère de l'Environnement a été obtenu le 17 février 1983. Le coût était de 18 MF (2,774 M €). Ses objectifs étaient :

- l'entretien du lit et du couvert végétal
- l'amélioration des conditions hydrobiologiques : échelles à poisson, rétablissement de levées, mise en place de barrages volants, restauration de l'ombre commun en amont de la levée Maurin, en aval de La Chapelette
- l'assainissement (collecteurs et stations) représentait 67 % du montant des investissements

A son terme, il subsistait quelques difficultés avec E.D.F. en ce qui concerne la gestion des débits réservés. Un Contrat de Restauration et d'Entretien « Lignon » a été officialisé en septembre 2005 par la commune du Chambon-sur-Lignon et le Conseil Général de la Haute-Loire.

Le Contrat de Rivière « Ondaine ». L'Ondaine, affluent de la Loire au Pertuiset (Unieux) à 422 mètres d'altitude, est un cours d'eau de 17 km. Le module de l'Ondaine est évalué à Unieux à $1,7 \text{ m}^3 / \text{s}$. Il n'y a pas de station de mesure des débits sur l'Ondaine et son bassin versant. Il y a 90 km de cours d'eau sur les 125 km² du bassin versant qui rassemble 70 000 habitants et 14 communes. L'Ondaine est une vallée industrielle mais entre la tête du Bassin versant de l'Ondaine et le talweg de la rivière, l'urbanisation a largement gagné les premières pentes des hauts plateaux du Pilat, notamment sur les communes de Firminy et de Saint-Just-Malmont.

Le Contrat de Rivière porte sur un territoire de 88 km². Il s'agit des communes du S.I.V.O., Planfoy, Saint-Didier-en-Velay, Saint-Etienne, Saint-Genest-Malifaux, Saint-Just-Malmont et Saint-Romain-les-Atheux. Le S.I.V.O. est le porteur du projet du Contrat de Rivière qu'il a lancé en 1997 et dont il était le maître d'ouvrage. La candidature de l'Ondaine pour un Contrat de Rivière a été acceptée par le ministère de l'Environnement le 7 juillet 1998. Le Contrat de Rivière, approuvé le 25 juin 2001 sur la période 2001-2008, a été conclu entre le Préfet de la Loire, la Région Rhône Alpes, la Région Auvergne, le Département de la Loire, le Département de la Haute-Loire, l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne, le S.I.V.O., les communes du bassin versant, les fédérations de pêche et le C.L.E.O. Le projet, estimé à près de 21 M €, a été agréé le 12 février 2002 par le Ministère de l'Environnement.

Les objectifs du Contrat de Rivière étaient notamment la construction de la station d'épuration de Saint-Romain-les-Atheux et une assistance donnée aux industriels pour une mise aux normes de leurs installations.

Depuis 2004, la compétence a été transférée à la communauté d'agglomération Saint-Etienne Métropole. L'histoire de l'aménagement de la Vallée de l'Ondaine a fait que tout oppose les cours d'eau en altitude non équipés et les cours d'eau de la vallée aménagés. Les premiers ont conservé leur fonctionnement naturel alors que les hommes ont implanté à la charnière des XIX^{ème} et du XX^{ème} trois barrages sur les premières pentes des versants de la vallée : Cotatay, Echapre (ou Bois d'Etat) et Ondenon. L'objectif d'assurer l'approvisionnement en eau potable de La Ricamarie, du Chambon-Feugerolles, de Firminy

et de son agglomération (Fraisses, Unieux) était atteint. Néanmoins, l'eau-milieu a été victime des rejets de la société et de ses industries. Depuis 1974, la station d'épuration du Pertuiset a pour vocation de protéger le Barrage de Grangent des rejets incontrôlés de l'Ondaine dans la Loire. Plus tard, un Plan d'Action Renforcé a abouti à la réalisation d'un plan d'assainissement sur toutes les communes de la vallée. Aujourd'hui, l'objectif est de rendre à la Vallée de l'Ondaine un aspect paysager, proche d'un cours d'eau digne de ce nom. Le Plan de Déplacements Urbains de la Vallée de l'Ondaine projette de créer une voie de déplacements lents pour vélos et piétons le long de la rivière, une opération qui serait financée par la communauté d'agglomération Saint-Etienne Métropole.

Le Contrat de Rivière « Semène ». Les progrès à effectuer en la matière sont à Jonzieux, La Séauve-sur-Semène, Marlhes et Saint-Didier-en-Velay. Le bassin versant regroupe environ 2 900 habitants. La longueur du cours d'eau est de 48 km. N. GRANGE, Maire de La Séauve-sur-Semène, est le Président du Comité du Contrat de Rivière. Les Préfets de la Loire et de la Haute-Loire ont créé le Comité de Rivière de la Semène le 4 août 2004. Il devrait être prêt en 2009-2010. La principale préoccupation de ce Contrat de Rivière est l'amélioration de la gestion de la ressource en eau. Le dossier sommaire de candidature évoquait *« la multiplication des prélèvements sauvages, les captages pour l'eau potable, la faiblesse des débits réservés, ainsi que la succession des microcentrales qui font que sur certains tronçons, le débit de la Semène est très faible. »* Les moyens principaux du Contrat de Rivière « Semène » sont : l'engagement d'une étude de restauration et d'entretien de la Semène, l'inventaire des zones humides, une étude de la qualité de l'eau en début et en fin de contrat. Les zones humides boisées de la tête du bassin versant font l'objet d'une étude pour la protection de la ressource et la gestion du débit d'étiage. Il est aussi question de l'amélioration de l'assainissement domestique pour favoriser la qualité des affluents tels que l'Ecotay, le Ruisseau des Eygâts et le Ruisseau de Malzaure.

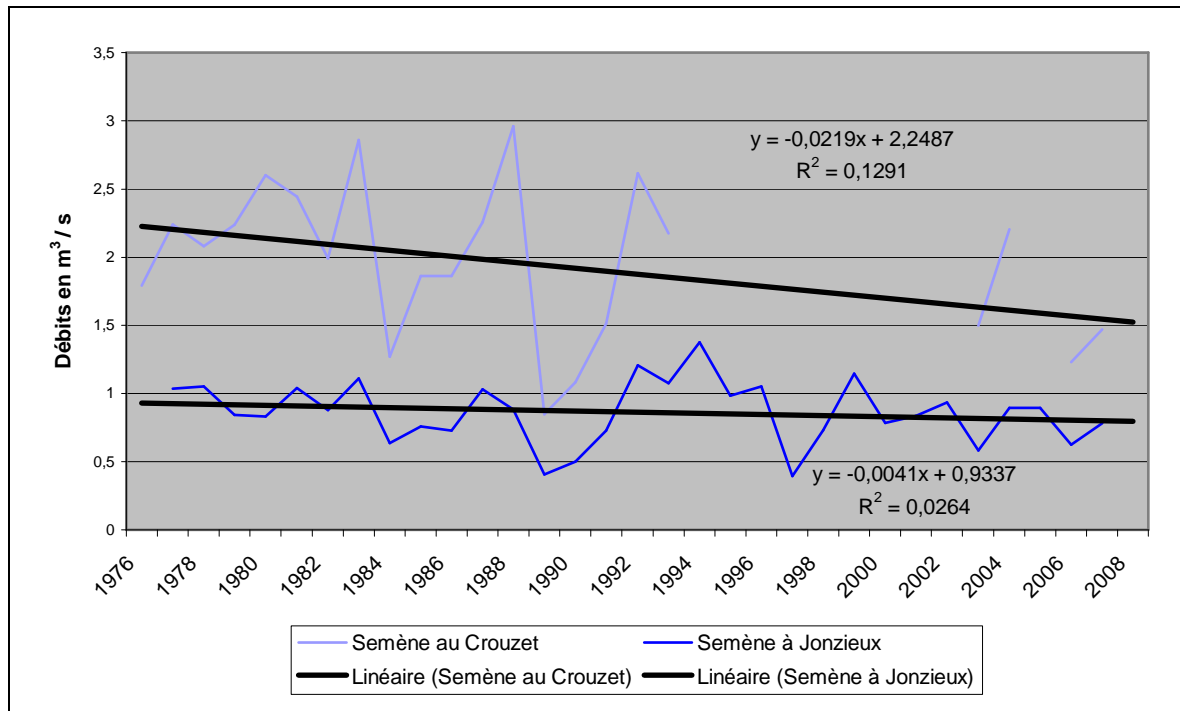


Figure 104 : Débits annuels de la Semène à Pont-Salomon (Le Crouzet) et à Jonzieux entre 1976 et 2008 (Banque HYDRO)

La ressource en eau est perturbée par les captages qui se multiplient sur l'ensemble du bassin versant, les prélèvements sauvages et par la présence d'un réseau de drains sur le haut bassin versant, dans le secteur de Saint-Genest-Malifaux. Sur la commune de Pont-Salomon, les débits sont menacés par la présence de cinq microcentrales. Les débits minimaux biologiques ne sont pas respectés alors que le S.D.A.G.E. Loire-Bretagne impose depuis le 4 juillet 1996 un débit minimum de 45 litres / seconde dans la Semène. Les débits minimaux biologiques sont calculés pour la sauvegarde de la vie aquatique et piscicole du cours d'eau. La définition du niveau du débit minimum biologique de référence est toujours discutable et très discutée. Le débit minimum est défini différemment. Il est désormais question de le porter pour chaque cours d'eau reconnu au 1/10^{ème} du module, contre le 1/40^{ème} actuellement. L'O.N.E.M.A. souhaiterait que cette mesure soit applicable dès maintenant. Le franchissement piscicole est un autre enjeu important sur la basse Vallée de la Semène.

Les autres opérations. Certaines opérations sont moins coûteuses financièrement que la procédure Contrat de Rivière. Le nombre d'acteurs mobilisés est généralement moins nombreux et les actions portent sur des problématiques plus ciblées.

Le Contrat de Restauration Entretien « Dunières ». Le C.R.E. a été signé en mars 2005 entre le S.I.C.A.L.A. « Antenne de Tence », l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne, les 14 communes du bassin versant (238 km²) et les associations de pêche. Parmi les objectifs de ce C.R.E., figurent l'arrêt du déversement des déchets industriels et domestiques dans le cours d'eau, et la création de passes à poissons. Ce sont des objectifs définis dans un programme de travaux quinquennaux conclu entre le S.I.C.A.L.A. « Antenne de Tence » et l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne.

Le Contrat de Restauration Entretien « du Haut-Lignon ». Le C.R.E. a été signé en juillet 2004 entre le Syndicat Mixte des Trois Rivières, ancien nom du S.I.C.A.L.A. « Antenne de Tence » et l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne. Il porte notamment sur les problèmes de circulation piscicole et le manque d'entretien du Ruisseau du Mousse, affluent du Lignon vellave. D'après l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne, le C.R.E. du Haut-Lignon sera prolongé : *« Le Conseil d'Administration de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne a validé le dossier de pré-selection déposé par le S.I.C.A.L.A. pour la réalisation d'un Contrat Territorial sur le Haut-Lignon. Il sera l'outil opérationnel du S.A.G.E. Il permettra d'assurer la continuité et d'élargir les opérations entreprises dans le cadre du Contrat de Restauration Entretien en cours sur ce bassin. Ce dernier n'aborde « que » les thèmes de la restauration des berges et de la continuité écologique. Le Contrat Territorial pourra aborder des thématiques comme la qualité de l'eau, les pollutions diffuses, l'expérimentation. »*



Photo 16 : Le Ruisseau du Mousse à Chenereilles (07.08.2005, Y. BENMALEK)

La présence de zones humides est un handicap pour le monde agricole dans le sens où la circulation de l'eau est réduite et du fait que ces zones humides occupent un terrain plus vaste qu'une fois le cours d'eau drainé. Le drainage aboutit à une accélération de l'eau vers l'aval et donc à une conservation au sol plus faible sur un milieu granitique déjà très peu perméable. En matière de qualité de l'eau, l'objectif à terme est de pouvoir disposer d'un réseau de mesure de la qualité sur le bassin versant beaucoup plus complet et représentatif, car aucun affluent de la Semène n'est à ce jour mesuré.

Le rôle des élus locaux. Les communes sont relativement démunies face aux phénomènes de pollution qui ont une origine autre que celle de leur propre territoire. Le maire est toutefois garant de la salubrité des eaux de consommation et a le pouvoir de Police de l'Eau face à un usager qui rejette des substances illicites. Il est tenu d'informer la population sur la qualité de l'eau distribuée dans la commune et de faire procéder aux analyses de l'eau par les services sanitaires. Le maire peut interdire la baignade, la consommation d'une eau suspecte, le rejet de substances nuisibles. Il a aussi le pouvoir de délivrer un permis de construire si les installations de traitement et d'évacuation de l'eau sont appropriées.

La spécificité du milieu géographique. En apparence, la problématique posée peut être exportée à tous les points de vue du globe. Sur notre secteur d'étude, les roches cristallines et cristallophylliennes sont peu perméables. Ceci dit, nous nous trouvons dans un secteur où les failles présentes sont nombreuses, la plupart du temps orientées du sud-ouest au nord-est. Avec une analyse de terrain beaucoup plus complète, nous aurions observé si la résurgence n'a pas lieu et comment ces résurgences sont exploitées sur ces secteurs faillés.

Les enjeux présents sur le territoire concernent quasi exclusivement les sources, captées ou minérales, le captage d'eau dans les nappes. Le captage dans les nappes peut concerner un secteur géographique de notre territoire mais en aucun cas il ne s'agira d'une région de moyenne montagne. Le verger pélussinois, à 400 mètres d'altitude, utilise l'eau du Rhône par irrigation.⁹ Les nappes sont la plupart du temps puisées pour des agglomérations de taille importante ou pour des secteurs économiques clés qui nécessitent l'irrigation à outrance. Certes les besoins en eau sont plus faciles à calculer du fait que l'occupation de l'espace est maîtrisée mais la demande en eau reste stable et toujours tributaire des précipitations et de leur distribution.

Nous pourrions trouver cette situation d'irrigation massive dans la moyenne et la basse Vallée du Gier, ou sur les plateaux d'altitude de Saint-Genest-Malifaux et de Sainte-Sigolène. Mais l'utilisation historique du sol et les conditions topographiques ne sont pas favorables à un tel type d'utilisation.

La réponse du sol à n'importe quel type de précipitation est donc rapide. Hormis dans les basses vallées du Furan, du Gier et de l'Ondaine, nous ne nous trouvons pas en face d'une population groupée supérieure à 5 000 habitants. L'espace est la plupart du temps saturé à l'heure actuelle et c'est une véritable compétition que se livrent les différents gestionnaires, qu'ils soient agriculteurs, forestiers, éleveurs, arboriculteurs, industriels, et fait plus récent, promoteurs de tourisme ou de loisirs.

Deuxième « privilège » de cette situation, le développement démographique ne se concentre pas en un point particulier de notre territoire mais tend plutôt à se répartir selon une orientation sud-ouest / nord-est. Ce développement suit les axes structurants de la Vallée de la Loire en amont du Barrage de Grangent et de la RN 88 (Lyon – Toulouse).

⁹ D'après P. VOUILLON, 1998, in *P.N.R. du Pilat en Rhône-Alpes*, Guide Gallimard, p.101.

¹³ DUBUC S. : » *Le recul démographique se poursuit le plus souvent dans les campagnes éloignées des grandes villes où l'économie reste très fortement marquée par l'agriculture.* », in *L'Espace Géographique* N°2004-1, p.70.

Deuxième partie : Les besoins en eau et les outils de gestion

La loi sur l'eau de 1964 marque pour la première fois les consciences dans la gestion administrative de l'eau car elle introduit le découpage du territoire métropolitain en six bassins hydrographiques. Cette loi aboutit à la création des Agences territoriales de Bassin. La loi sur l'eau de 1992 aboutit à l'introduction des S.D.A.G.E. et à la notion d'objectifs. Un peu plus tard, les S.A.G.E. et les Contrats de Rivière, moins ambitieux financièrement mais opérationnels, se rapprochent du terrain. La Directive Cadre sur l'Eau de 2000 poursuit cette notion d'objectifs à l'échelle européenne.

L'ensemble des structures de gestion de la ressource et de l'assainissement s'inscrivent donc dans un contexte législatif bien déterminé. Nous allons maintenant nous intéresser plus précisément à ces structures qui sont nombreuses et qui ne sont pas immuables.

Chapitre 3 : En matière d'alimentation en eau potable et d'assainissement : Quelles structures pour quelles vocations ?

L'alimentation en eau potable : privé ou public, c'est la prime à l'intercommunalité.

Nous sommes confrontés à un regroupement de communes, à un ensemble de structures intercommunales diverses et qui ne poursuivent pas les mêmes buts. Le Pays du Gier est une structure de type Contrat de Pays. Son territoire s'inscrit à plus de 95 % sur le Bassin versant du Gier, affluent du Rhône à Givors. Le P.N.R. du Pilat s'inscrit sur deux grands bassins hydrographiques : la Loire et le Rhône. Le S.I.C.A.L.A. « Antenne de Tence » a vu le jour en février 1995, un groupement intercommunal, dont la mission principale est la promotion de l'eau-milieu via la protection de l'environnement et le développement touristique. Ce sont les trois structures qui forment le territoire d'étude. Mais bien d'autres structures en lien direct ou indirect avec la gestion de la ressource en eau sont également situées sur ce même territoire. Ce sont des structures administratives publiques, des structures privées, des associations. *« Certains espaces du territoire français, le plus souvent ruraux ou périurbains, font l'objet de nombreuses structures de gestion d'échelles différentes qui se superposent. »* (A. GOUSSOT, 2003). Il nous importe donc de démontrer si cette superposition de structures sur le territoire s'organise de manière efficace pour la gestion de la ressource en eau.

En 1995, deux tiers des communes du Département de la Loire avaient confié la gestion de leur alimentation en eau potable à une société privée.

La commune choisit son mode de gestion du service public de distribution de l'eau potable et de l'assainissement.

En gestion directe, le personnel de la collectivité est responsable de la gestion du service.

- en régie simple, le budget est annexe au budget communal
- en régie autonome, le budget de l'eau et de l'assainissement est un budget particulier

En gestion déléguée, une entreprise extérieure à la collectivité gère le service.

- en concession, la réalisation, le financement, l'exploitation des ouvrages sont réalisés par l'entreprise qui tire les revenus de la vente du service. Le prix est fixé par contrat avec la collectivité.

- en affermage, la réalisation et le financement sont réalisés par la collectivité. L'exploitation est réalisée par l'entreprise. Les revenus sont partagés entre l'entreprise (exploitation) et la collectivité (investissement).
- en gérance, régie intéressée, la réalisation et le financement sont réalisés par la collectivité. Elle a aussi une part de la responsabilité d'exploitation et verse une part du revenu à l'entreprise. Un contrat entre la collectivité et l'entreprise fixe les modalités du règlement.

Devant la complexité de la situation sur les 92 communes du territoire d'étude, nous avons choisi de ne présenter uniquement que la gestion de la distribution de l'eau potable sur le territoire d'étude (gestion directe ou déléguée) et les groupements de distribution intercommunaux. Pendant la durée de nos travaux de recherche, cette situation a évolué et nous présentons ici les résultats tels qu'ils étaient au 31 mars 2009. La situation est susceptible d'évoluer dans les mois qui viennent en fonction des enjeux politiques et économiques. Les questions de la remunicipalisation des services de distribution de l'eau potable à Saint-Etienne et à Saint-Chamond, les regroupements intercommunaux dans le nord-est du Département de la Haute-Loire peuvent remettre en cause les documents produits. Pour certaines collectivités, les gestionnaires de distribution de l'eau potable ont même plusieurs origines. En période de vidange, ou en cas d'incident, les collectivités souhaitent disposer d'une deuxième voire d'une troisième ressource de secours.

« Les ressources extérieures au bassin, en particulier les eaux de la retenue de Lavalette et les eaux de la nappe du Rhône sont des ressources très importantes [...] car abondantes et de bonne qualité. Cette politique de transfert d'eau a tout lieu d'être poursuivie (en s'assurant qu'elle ne perturbe pas outre mesure les bassins où l'eau est prélevée), mais elle doit être complétée par des interconnexions capables d'assurer un approvisionnement de remplacement suffisant en cas d'indisponibilité de ces ressources. »
(ASCONIT CONSULTANTS, 2004).

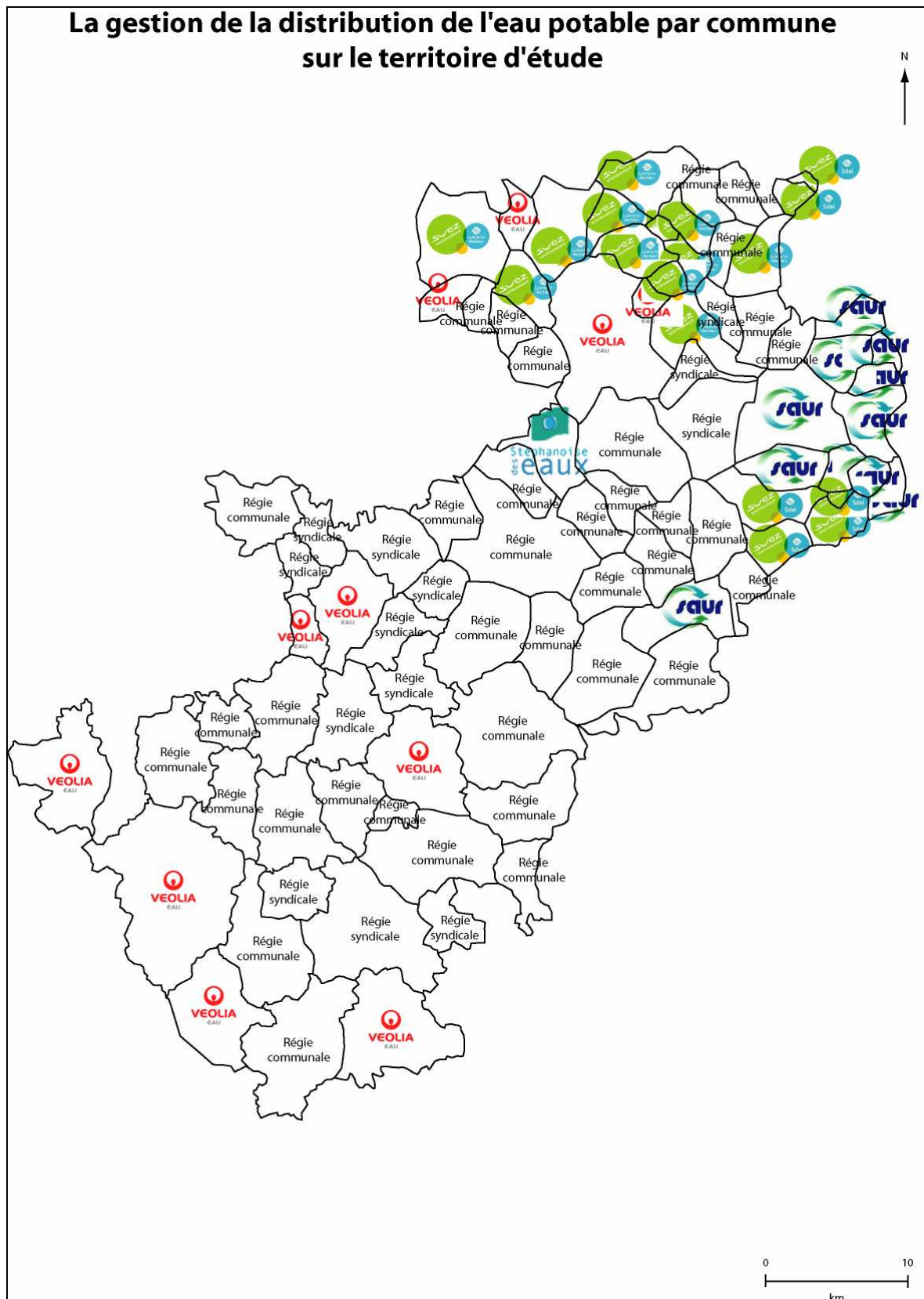


Figure 105 : La gestion de la distribution de l'eau potable par commune sur le territoire d'étude

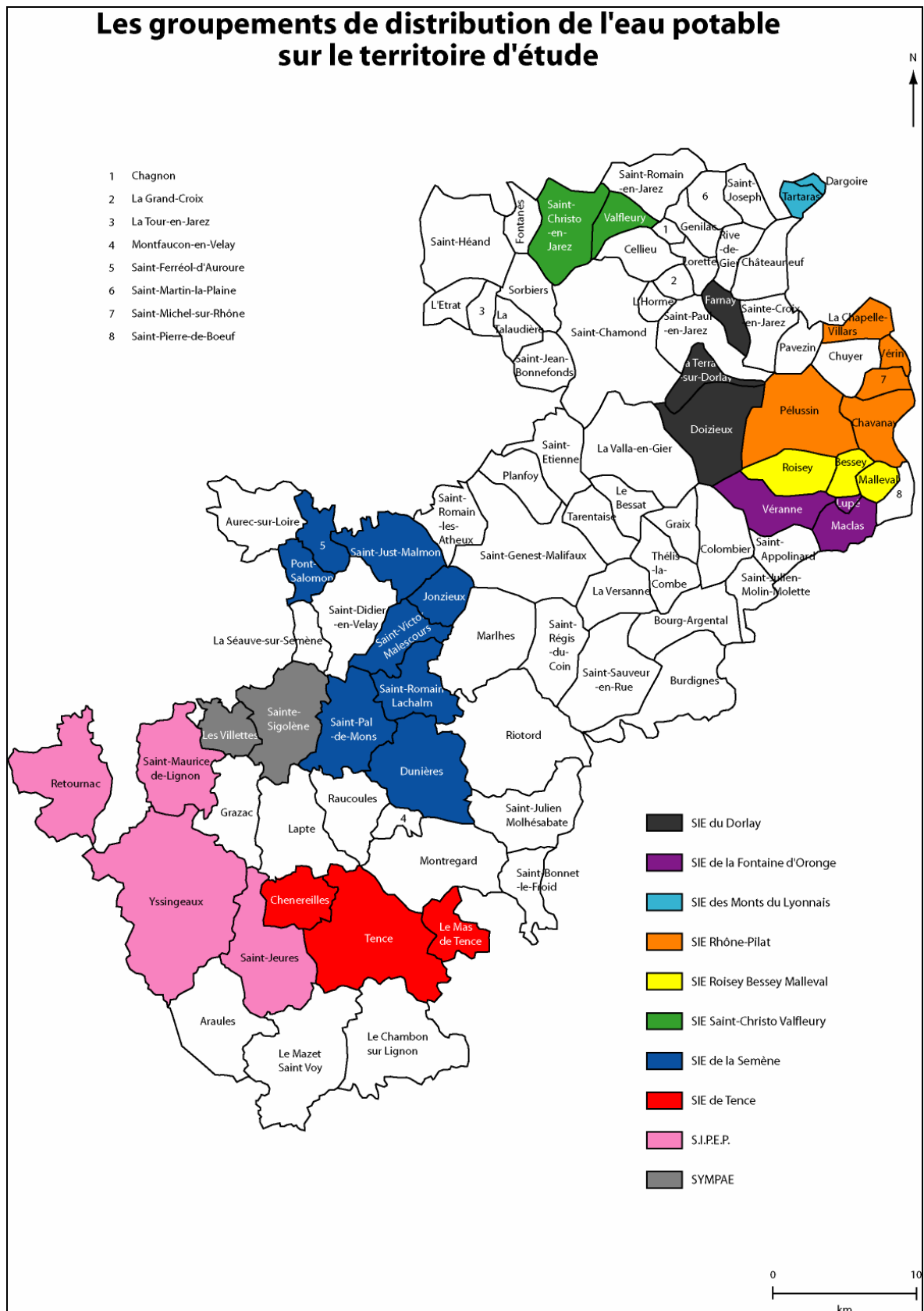
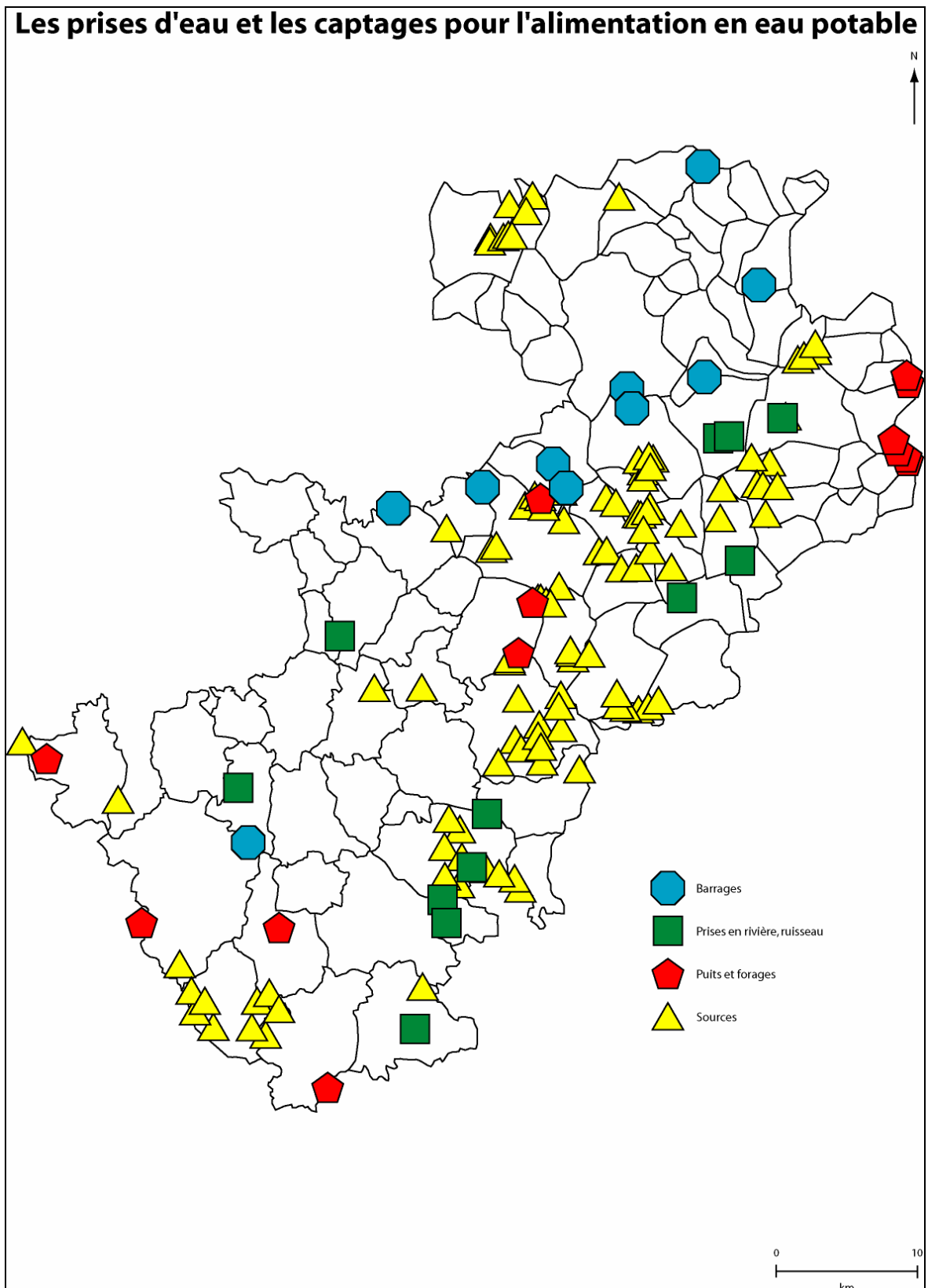


Figure 106 : Les groupements de distribution de l'eau potable sur le territoire d'étude



**Figure 107 : Les prises d'eau et les captages pour l'alimentation en eau potable sur le territoire d'étude
(CONSEIL GENERAL DE LA LOIRE, CONSEIL GENERAL DE LA HAUTE-LOIRE)**

La distribution de l'eau potable à Saint-Etienne et dans l'agglomération stéphanoise.

L'eau stéphanoise a toujours pris sa source dans les montagnes environnantes. « *La nappe baigne les schistes, grès et conglomérats du Houiller, et elle est notamment alimentée par les flux des coteaux des massifs du Pilat. L'eau y est peu profonde et les perméabilités sont de l'ordre de 10^{-4} à 10^{-5} m / s (au moins en surface), mais elle présente une qualité chimique médiocre avec une forte agressivité et une certaine teneur en métaux ferreux.* » (ASCONIT CONSULTANTS, 2004).

En 1834, une dérivation des eaux du Furan alimentait plusieurs fontaines. Le captage des sources du Furan a eu lieu entre 1859 et le 1^{er} février 1862, pour répondre aux besoins en eau croissants de la population et pour faire face aux épidémies de typhoïde. L'aqueduc des Fontaines, d'une longueur de 17,385 km, et avec 58 km de tuyaux, conduisait les eaux jusqu'au réservoir du Portail Rouge à Saint-Etienne. Il alimentait les 150 fontaines de la ville. Il recevait l'eau des 800 captages des sources et de 22 ruisseaux. Les eaux de source du Furan sont arrivées à Saint-Etienne le 1^{er} janvier 1863. L'aqueduc pouvait fournir 25 000 m³ d'eau par jour. Il est toujours entretenu. Il achemine les eaux usées du bourg de Rochetaillée.

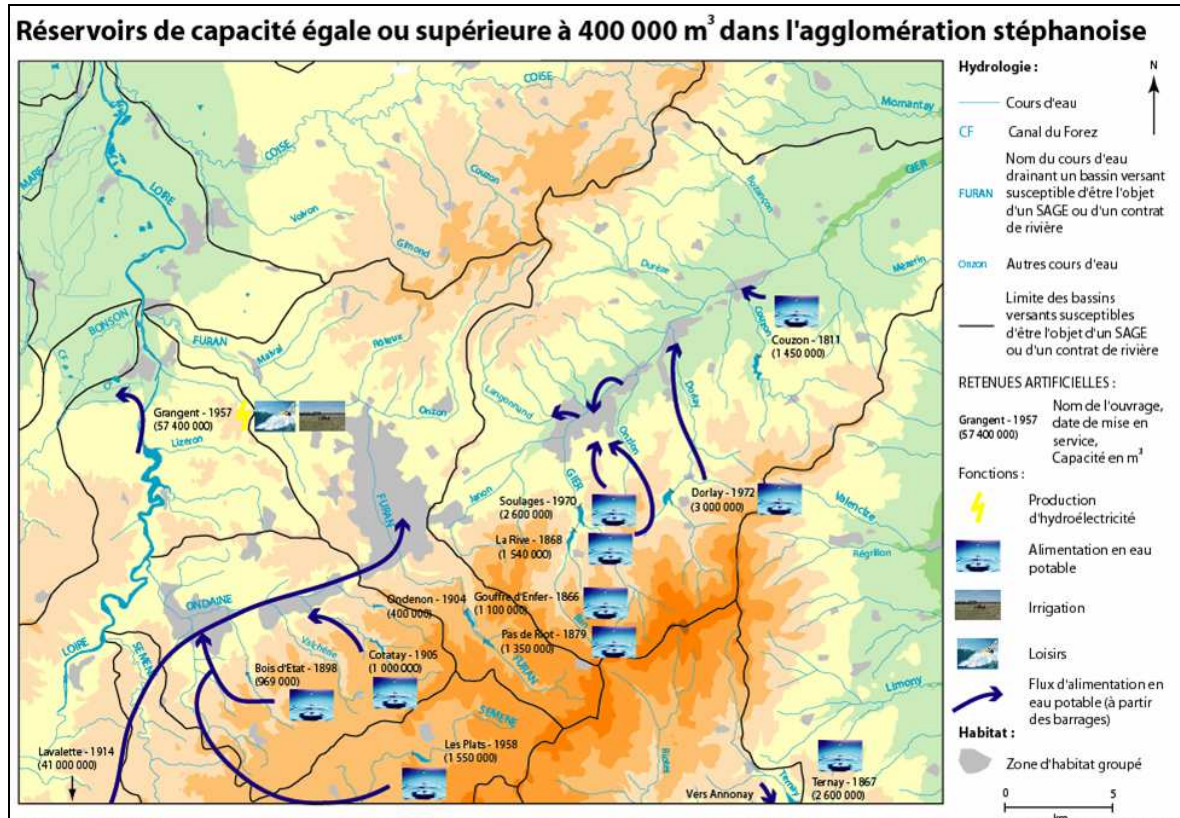


Figure 108 : Réservoirs de capacité égale ou supérieure à 400 000 m³ dans l'agglomération stéphanoise

Suite aux inondations de 1827, de 1834 et du 10 juillet 1849, aux épidémies de typhoïde de 1857, et aux sécheresses de 1858 et 1859, la construction du Barrage du Gouffre d'Enfer a été décidée et l'ouvrage a été inauguré le 28 octobre 1866. A l'origine, le volume de la retenue devait être de 2 M m³. En 1872, le volume d'eau était toujours insuffisant pour les besoins en eau de la ville. Une D.U.P. fut prise pour construire un autre réservoir à 2 km à l'amont du Barrage du Gouffre d'Enfer. Il a été vidangé en 1984. Depuis 2003, l'eau de la retenue n'est plus utilisée pour l'alimentation en eau potable. A la suite d'un choix politique, le Barrage du Gouffre d'Enfer a vocation de secours pour la Ville de Saint-Etienne via sa fonction d'écrêtage de crues. Il a révélé toute son efficacité au cours des fortes précipitations des 2 et 3 décembre 2003, et des 1^{er} et 2 novembre 2008. Comme le Barrage du Ternay en Ardèche, il est propriété d'Etat.

Années	1607	1779	1800	1806	1848	1855	1865	1893	1907
Nombre d'habitants	5 500	28 000	24 000	18 000	72 000	78 000	100 000	133 000	147 000

Tableau 29 : Evolution de la population stéphanoise entre 1607 et 1907 (LA TRIBUNE – LE PROGRES)

Le Barrage du Pas de Riot a été construit entre 1873 et 1878 et mis en service en 1880. La vidange du Pas du Riot a eu lieu en septembre 2007. A la fin du XIX^{ème} siècle, ces équipements ne suffisaient pas face à l'augmentation de la population de la ville. La consommation en eau de l'industrie était très importante. Le projet de dérivation des eaux du Lignon pour l'approvisionnement en eau de Saint-Etienne et de production d'hydroélectricité a été étudié dès 1895. Malgré l'opposition des communes de Lapte et d'Yssingaux, le projet a été déclaré d'utilité publique en 1899. Le 16 juin 1899, la ville était autorisée par décret à prélever 800 litres par seconde. Les travaux ont commencé le 23 avril 1900. La dérivation des eaux du Lignon a eu lieu en 1908.

La prise d'eau est effectuée au Barrage de la Chapelette, une digue de 4,5 mètres de haut. Le Barrage de la Chapelette, bâti pour répondre aux demandes d'énergie, a été inauguré en 1940. Il est propriété de la Ville de Saint-Etienne et sa gestion a été concédée à E.D.F. Sa capacité est de 0,26 M m³. Il y a trois prises d'eau à partir de cet ouvrage :

- pour Saint-Etienne (canal de Vendets)
- pour Yssingaux
- pour le Syndicat des Eaux de Montregard

Le Barrage de Lavalette, situé sur les communes de Lapte et de Saint-Jeures en Haute-Loire, constitue la réserve principale pour l'alimentation en eau potable de la Ville de Saint-Etienne, la couronne stéphanoise et le nord-est du Département de la Haute-Loire. Sa capacité est de 41 M m³.

La retenue de Lavalette peut alimenter 340 000 personnes (300 000 dans le Département de la Loire, 86 484 clients pour l'eau potable en 2005). D'après la D.D.E. de la Haute-Loire : *« Dès l'origine (entre 1890 et 1895), il a été conçu pour sa capacité actuelle. Une première tranche de travaux, réalisée en 1910-1914, en a porté sa hauteur à 28 mètres et sa capacité à 5,5 M m³. La seconde tranche (1945-1949) lui a donné ses caractéristiques actuelles. [...] Depuis 1956, la chute induite par le barrage est exploitée par EDF aux usines de Versilhac et des Vendets. Depuis peu, une base de voile y a été autorisée. »*

Le réseau couvre :

- le réseau de la Ville de Saint-Etienne
- les communes du Syndicat des eaux de la Semène (La Chapelle-d'Aurec, Dunières, Jonzieux, Pont-Salomon, Saint-Ferréol-d'Auroure, Saint-Just-Malmont, Saint-Pal-de-Mons, Saint-Romain-Lachalm, Saint-Victor-Malescours)
- les communes du S.I.P.E.P. et du Syndicat des Eaux de Montregard
- Aurec-sur-Loire, Firminy, La Ricamarie, Le Chambon-Feugerolles, Les Villettes, Monistrol-sur-Loire, Sainte-Sigolène.

D'après la D.D.A.S.S. de la Haute-Loire, *« Un volume compris entre 11 M m³ et 20 M m³ est consacré à l'alimentation en eau potable. »*

L'aqueduc du Lignon a un dénivelé de 80 mètres (de 711 mètres à l'altitude de la dérivation à 631 mètres d'altitude à la station de traitement des eaux de Solaure à Saint-Etienne). Son débit maximum est de 1,2 m³ / s. Sa longueur est de 57 km. Il a été construit en 1905 en pierres maçonnées. Il a fonctionné de 1908 à 1971. L'aqueduc est remis en eau deux fois par an. Lors de la vague de froid de janvier 1985, l'aqueduc du Lignon a été remis en service. Lorsque l'aqueduc est utilisé, le rendement est d'environ 70 %.

La conduite forcée du Lignon, qui l'a remplacé, a un débit maximum de 2,4 m³ / s. Sa longueur est de 31,5 km. Elle date de 1972. La canalisation de 18 m³ / s maximum, qui part de Lavalette, entraîne l'eau vers l'usine hydroélectrique de Versilhac. Les eaux sont ensuite acheminées au Barrage de la Chapelette. Une canalisation de 8 km et à 7,2 m³ / s maximum entraîne les eaux jusqu'à l'usine des Vendets. De cette usine, les eaux sont acheminées soit par l'aqueduc du Lignon soit par la conduite forcée du Lignon.



Photo 17 : Le Barrage de la Chapelette (Y. BENMALEK)

Les 2 conduites forcées qui alimentent la Ville de Saint-Etienne proviennent du Furan et du Lignon. La conduite du Furan est la plus ancienne, d'un diamètre de 700 mm. La conduite du Lignon a un diamètre de 1 300 mm.

Les deux conduites aboutissent à la station de potabilisation de Solaure, exploitée par la Société Stéphanoise des Eaux. La station a été construite en 1946, ouverte en 1948 pour recevoir les eaux du Lignon et modernisée en 1974.

L'été, en raison de la capacité nettement supérieure du Barrage de Lavalette par rapport au Barrage du Pas de Riot, c'est surtout l'eau du Lignon qui est utilisée.

A Saint-Etienne, la Stéphanoise des Eaux est le concessionnaire de l'alimentation en eau potable et de l'assainissement de la Ville de Saint-Etienne depuis le 1^{er} octobre 1992. Elle a été fondée par une transaction entre la Ville de Saint-Etienne, la Lyonnaise des Eaux-Dumez et la Société Générale des Eaux pour 1 126 MF. La concession a été établie pour 30 ans. Les deux sociétés sont associées à parts égales. Une telle démarche avait déjà eu lieu à Marseille et à Lille.

La Ville de Saint-Etienne avait déjà entamé une réflexion de ce type en 1992. La Ville est toujours propriétaire de l'ensemble des installations.

En 1979, 80 000 m³ d'eau étaient traités quotidiennement (100 000 m³ en 1980, 70 000 m³ en 1987), soit entre 20 et 25 M m³ par an. Surdimensionnée, la station n'est utilisée alors qu'à 64 % de ses capacités. Elle a été conçue pour l'alimentation en eau

potable de 225 000 habitants. En 2006, la Stéphanoise des Eaux a produit 19 M m³ d'eau potable (21 M m³ en 1980, 21,6 M m³ en 1994 et 16 M m³ en 2000). En 2001, le réseau desservait 317992 habitants, dont 183 522 Stéphanois.

D'après le Rapport d'évaluation de la politique de préservation de la ressource en eau destinée à la consommation humaine, *« lorsque le prélèvement d'eau se fait en rivière, la protection doit porter sur des opérations concernant tout le bassin versant. [...] Certaines collectivités territoriales ont choisi de recourir à des opérations de maîtrise foncière comme outil de protection de la ressource. Les collectivités se sont parfois rendues propriétaires de plusieurs dizaines voir centaines d'hectares. Ces parcelles sont alors très souvent boisées car leur gestion lorsqu'elle est confiée à un agriculteur est jugée trop « risquée » par la collectivité du fait du statut du fermage qui confère beaucoup de liberté au preneur du bail. On assiste alors à une éviction des activités agricoles dans la zone d'alimentation des points de prélèvements. »*

Pour protéger la qualité de l'eau des sources de la haute Vallée du Furan, l'O.N.F. y gère la forêt classée et en régénération naturelle. La Ville de Saint-Etienne y a peu à peu acquis, depuis plus de 150 ans, un certain nombre de parcelles (240 ha en 1886, 654 ha en 2000). En 1890 la ville confia la gestion du haut bassin du Furan aux Eaux et Forêts, avant l'O.N.F. Seul le réseau de captages utilisé à l'amont du Pont Souvignet, sur le Furan, est utilisé. Le réseau est entretenu chaque fin d'été par le Service des Eaux de la Ville de Saint-Etienne. L'eau collectée alimente le bourg de Rochetaillée et l'excédent se déverse dans le Barrage du Pas de Riot.

Aujourd'hui, la surface de la forêt qui est propriété de la Ville de Saint-Etienne est de 800 ha. En 2000, la Ville de Saint-Etienne a lancé une étude visant à la protection des zones de captage sur le haut bassin du Furan. Des sources de pollution ont été identifiées sur le secteur du Bessat en hiver et en été.

Le réseau d'alimentation en eau de la Ville de Saint-Etienne est de 602 km de canalisations. Il alimente 13 communes et 86 000 abonnés.

La Ville de Saint-Etienne vend chaque année :

- 3 500 000 m³ au S.I.CO.S. : La Fouillouse, La Talaudière (Zone Industrielle Molina-La Chazotte, la commune de la Talaudière étant en régie municipale), La Tour-en-Jarez, L'Etrat, Roche-la-Molière, Saint-Genest-Lerpt, Saint-Héand, Saint-Jean-Bonnefonds, Saint-Priest-en-Jarez, Sorbiers, Unieux, Villars, Z.I. La Plaine, ce qui représente 100 000 habitants.

- 400 000 m³ au SIPROFORS : Andrézieux-Bouthéon, Chamboeuf, La Fouillouse, Saint-Bonnet-les-Oules, Saint-Galmier, Veauche, Zone Industrielle La Plaine.

Voici un extrait des observations du Rapport de la chambre régionale des comptes de la gestion de l'eau à Saint-Etienne, sur les exercices 1995 à 2001 : « à Saint-Etienne, la ressource en eau est abondante, de bonne qualité et est distribuée par un réseau ancien mais en bon état ce qui n'est pas le cas de l'assainissement. [...] La Ville doit encore faire des efforts pour protéger ses captages. [...] Le Barrage de Lavalette n'est pas à l'abri d'une pollution accidentelle, qui serait très dommageable pour les mois d'été. »

En 2004, la Ville de Saint-Etienne souhaitait interdire l'accès aux sentiers situés dans le périmètre de protection du Barrage de Lavalette. Comme sur le haut bassin du Furan, la ville a peu à peu acquis des parcelles sur le périmètre du barrage. L'O.N.F. est aussi le gestionnaire de cette forêt. Au début de l'année 2008, la Préfecture de la Haute-Loire, la D.D.A.S.S. 43 et la Ville de Saint-Etienne ont étudié la mise en place de périmètres de protection autour du barrage :

- à moins de 50 mètres des plus hautes eaux de la retenue, aucune activité agricole ni économique ne sera acceptée, à l'exception de la base de loisirs
- entre 50 et 300 mètres d'éloignement des plus hautes eaux, l'utilisation des engrais sera interdite

Vers le retour à une régie municipale à Saint-Etienne ? Depuis plusieurs années, certaines associations militent pour le retour à un service public de distribution de l'eau potable à Saint-Etienne. C'est le cas de l'association « Eau et services publics » qui déclarait en 1999 : « Avec le concours des usagers, nous espérons mobiliser les élus. L'eau appartient à l'humanité. Elle est incompatible avec toute notion de profit et donc contraire à la logique d'une société privée. » M. VINCENT, Maire de Saint-Etienne, estime que la remunicipalisation du service de l'eau présente trop d'inconvénients pour le moment pour être réalisée. Le groupe Véolia pourrait contrôler prochainement la Société Stéphanoise des Eaux à 100 %.

La Vallée du Gier. La rivière est barrée par le Barrage de Soulages dont la vocation unique est l'alimentation en eau potable du secteur de Saint-Chamond, de Saint-Martin-en-Coailleux et de la commune de L'Horme. La commune de La-Valla-en-Gier située au-dessus du Barrage de la Rive, sur le Ban, affluent du Gier, s'alimente en eau potable à

partir de captages de sources. Le Barrage de la Rive a été édifié entre 1866 et 1870. Le Préfet de la Loire a pris un arrêté, en avril 1994, imposant la vidange totale du barrage, suite à des mouvements constatés sur l'édifice. Remis en eau en 1997, il alimente les communes de Saint-Chamond et de L'Horme.

Le Barrage du Piney a été vidangé en décembre 1996. Un arrêté préfectoral a limité la capacité de la retenue à 250 000 m³. Début 1999, un évacuateur à mi-hauteur a été construit pour limiter le volume d'eau de la retenue à 400 000 m³.

L'intérêt de ce secteur est de déterminer si une telle commune, vaste, avec un ensemble de hameaux dispersés, peut continuer à s'approvisionner de la sorte.

A Saint-Chamond, la distribution de l'eau potable est assurée depuis 1971 par la Compagnie Générale des Eaux (Vivendi Environnement). Le réseau est de 300 km. La ville exploite les barrages de Soulages et de la Rive qui retiennent les eaux du Gier et de son affluent le Ban. La capacité du Barrage de Soulages est de 2,56 M m³. Il a été construit en 1971. La capacité du Barrage de la Rive est d'1,85 M m³. Il a été bâti entre 1866 et 1868. Le but premier de l'ouvrage était de régulariser le débit du Gier.

L'eau arrive à la station de traitement des eaux de La Martinière qui traite 3,5 M m³ par an pour l'alimentation en eau potable du centre-ville de Saint-Chamond, des quartiers de Fonsala, de Saint-Martin-en-Coailleux et la commune de L'Horme. A. MOULIN, Adjoint chargé de l'eau et de l'assainissement à la mairie de Saint-Chamond, a déclaré en mars 2008 : « *La nouvelle équipe a effectivement clairement annoncé durant la campagne sa volonté politique de revenir à une régie municipale ou intercommunale de l'eau. [...] Il n'est pas possible de créer une régie en si peu de temps.* »

Le Syndicat Intercommunal des Eaux du Dorlay, créé en 1954, alimente 832 abonnés de plusieurs communes : Doizieux, Farnay, La Terrasse-sur-Dorlay et Saint-Paul-en-Jarez. Les eaux proviennent d'un captage sur le Dorlay et sur un de ses affluents, le Gâ. L'eau est potabilisée par une station de traitement des eaux construite en 1993.

Le Barrage du Couzon, d'une capacité de 1,45 M m³, a été construit entre 1789 et 1811. Il a été mis en eau en 1812. A l'origine, il servait à l'alimentation du canal de Givors pour la navigation. Le canal a disparu à cause du développement du chemin de fer. Un temps utile pour les industries de la basse vallée, l'eau alimente en eau potable la ville de Rive-de-Gier depuis 1886. Elle alimente partiellement les communes de Châteauneuf, Saint-Joseph et Saint-Martin-la-Plaine. Cela représente environ 17 000 habitants. Le Barrage du Couzon, propriété de la ville de Rive-de-Gier depuis 1942, a été vidangé à la

fin de l'année 2004. Les Ripagériens (habitants de Rive-de-Gier) ont été alimentés en eau potable à partir de la retenue du Dorlay. Les poissons (poissons-chats, carpes, gardons) ont été transférés sur la retenue de Soulages à Saint-Chamond. L'usine de traitement de l'eau potable date de 1965. A 2,5 km en aval du barrage, elle est gérée par la Ville de Rive-de-Gier. *« Elle est dimensionnée pour une production journalière maximum de 13 200 m³ / jour mais le système actuel de captage est dimensionné pour un débit de 7 200 m³ / jour. La production est en moyenne de 3 000 m³ / jour, variant selon les saisons entre 2 500 et 4 000 m³ / jour. [...] Cette station alimente la commune de Rive-de-Gier et quelques quartiers limitrophes pour un total de quelque 6 500 abonnés et 1,35 M m³ distribués par an. La Ville vend également de l'eau à Saint-Martin-la-Plaine, Saint-Joseph et Châteauneuf. [...] Le réseau d'eau potable de la commune de Rive-de-Gier est interconnecté en eau traitée avec le réseau du S.I.A.E.M.V.G. à partir de l'usine du Dorlay, située sur la commune de La Terrasse-sur-Dorlay. Le contrat établi entre Rive-de-Gier et le syndicat permet d'alimenter, pour une durée indéterminée, la totalité des abonnés habituellement desservis par l'usine du Couzon. »* (LA TRIBUNE – LE PROGRES).

Les deux précédentes vidanges du Barrage du Couzon ont eu lieu en octobre 1979 et en octobre 1989. La question de la vidange du Barrage du Couzon est un sujet sensible à Rive-de-Gier : *« Suite à la vidange de 1979 et compte tenu d'une pluviométrie abondante après achèvement des travaux, la retenue a retrouvé rapidement son niveau normal. En 1989, où la vidange a été réalisée à la même période (octobre), la retenue est restée en assec tout l'hiver et n'a retrouvé son niveau normal qu'à la fin de l'hiver suivant du fait d'un déficit pluviométrique exceptionnel. Seul le bas réseau gravitaire a pu être alimenté, le reste de la population étant desservi par le Dorlay. L'achat de l'eau potable au Syndicat a entraîné un coût important pour la ville de Rive-de-Gier. De plus, les Ripagériens, qui se souvenaient des ruptures d'alimentation en eau potable survenus dans les années soixante (toute la ville était alimentée par des citernes pendant plusieurs mois), ont exercé une pression sur la municipalité, l'accusant d'avoir mal géré la situation. »* (LA TRIBUNE – LE PROGRES).

Le S.I.A.E.M.V.G. a signé une nouvelle convention le liant à la Lyonnaise des Eaux jusqu'en 2018. Les 8 communes adhérentes sont Cellieu, Chagnon, Châteauneuf, Genilac, La Grand-Croix, Lorette, Rive-de-Gier et Saint-Paul-en-Jarez. L'objectif du S.I.A.E.M.V.G. était de *« préparer l'interconnexion avec Saint-Chamond en 2007, la vidange du Barrage du Dorlay en 2008, la définition des périmètres de protection de la*

retenue du Dorlay ». Le Barrage du Dorlay, édifié en 1972, d'une capacité de 3 M m³, sert à l'alimentation en eau potable des communes de Cellieu, Chagnon, Genilac, La Grand-Croix, Lorette, Saint-Paul-en-Jarez et permet l'alimentation secondaire de Rive-de-Gier. Rive-de-Gier peut puiser chaque année 333 000 m³ dans la retenue du Dorlay selon les termes du contrat passé avec le Syndicat Mixte du Dorlay.

La Vallée de l'Ondaine. Suite à la sécheresse de 1864, entre autres, le Maire du Chambon-Feugerolles, J.-C. CROZET-BOUSSINGAULT, a décidé en 1883 avec son conseil municipal l'établissement d'une retenue sur la rivière Cotatay. Le Barrage du Cotatay, construit entre le 28 août 1898 et l'été 1904, alimente depuis 1905 la ville du Chambon-Feugerolles, dans la Vallée de l'Ondaine. Le barrage a aussi été bâti pour donner du travail permanent aux moulins et aux martinets. Sa capacité est de 790 000 m³ d'eau. A l'origine, le barrage devait disposer d'une capacité de 2 M m³ et aurait alimenté en eau potable Firminy et La Ricamarie. Les dépenses ont été jugées trop coûteuses et les communes appelouse et ricamandoise ont réalisé leur propre projet. L'eau du Cotatay a alimenté la Compagnie des Mines et la population chambonnaire, ainsi que les usines de la vallée.

Il y a 5 491 abonnés chambonnaires. La station de la Tour traite 325 m³ / h en capacité maximale ou 2 400 m³ / jour en période de fonctionnement. La vidange du Barrage du Cotatay est prévue en 2010.

La dernière visite subaquatique a eu lieu en 1997 et a révélé un très bon état général de l'ouvrage. En cas d'aléa climatique ou de problème sur le Barrage du Cotatay, la ville du Chambon-Feugerolles peut être alimentée à partir d'une canalisation au Barrage de Lavalette. A trois reprises dans l'Histoire, cette situation s'est produite. En 1986, des travaux de réfection avaient eu lieu sur le barrage. En 1988, il y eut une crue très importante sur le Cotatay, et en 1990 le niveau du barrage a diminué de manière inquiétante.

Avant le raccordement de La Ricamarie au réseau chambonnaire, l'eau était traitée à la station de potabilisation de La Tour, mise en service en 1970. La ville de La Ricamarie a été contrainte, sur décision de la D.D.A.S.S., de se connecter sur le réseau du Barrage de Lavalette et de délaissé le Barrage de l'Ondenon, dont la station de traitement des eaux, obsolète, s'avérait trop coûteuse à remettre en état de fonctionnement satisfaisant. Les Ricamandois étaient partisans de cette remise en état mais l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne a opposé son veto. Aujourd'hui, le Barrage de l'Ondenon n'a plus de vocation

hormis celle de faire partie du patrimoine historique, au même titre que le Barrage du Piney sur le Gier. La vidange a été effectuée. La municipalité de La Ricamarie souhaite un transfert du Barrage de l'Ondenon à la communauté d'agglomération Saint-Etienne Métropole.

Le site, classé Natura 2000, pourrait toutefois être réutilisé à l'avenir, d'après M. FAURE, Maire de La Ricamarie : « *Il est important de faire en sorte que ce barrage, qui a conservé sa classification en eau potable, conserve également son périmètre de protection et puisse être facilement utilisé, en cas de vidange du Barrage de Lavalette.* »

Le 2 mai 2005, une convention unit les communes du Chambon-Feugerolles et de La Ricamarie pour l'utilisation commune de l'alimentation en eau potable, en provenance du Barrage du Cotatay et traitée à la station de potabilisation de La Tour. La capacité de traitement de cette station est de 6 000 m³ par jour. Cette convention permet aux 2 communes de diminuer le tarif de l'eau. La commune ricamandoise était jusqu'alors alimentée par la conduite du Lignon, à un tarif préférentiel. La capacité du Barrage de l'Ondenon était de 430 000 m³. Le Syndicat des Eaux Cotatay Ondenon a été inauguré en le 26 octobre 2007.

Le sud des Monts du Lyonnais. Le syndicat des eaux de Saint-Christo-en-Jarez – Valfleury dessert les communes du même nom à partir de deux groupes de captage situés sur la commune de Marcenod. A Fontanès, la commune achète les deux tiers de son eau et produit pour un tiers. A Saint-Héand, la délégation de la gestion de l'eau est confiée à la société Alteau depuis le 1^{er} janvier 1995. Elle a succédé à la Lyonnaise des eaux. Saint-Héand produit aussi une partie de sa propre eau. Cela représentait en 1999 24,16 % du volume total produit ou acheté pour la commune. A Sorbiers, le contrat de délégation a été signé avec la Lyonnaise des Eaux depuis 1997.

Le Plateau Pélussinois et la Vallée du Rhône. Le Syndicat des Eaux de l'Oronge, dont la société fermière est la S.D.E.I., alimente 1 600 abonnés de 3 communes associées : Lupé, Maclas et Véranne. Le Syndicat qui regroupe les communes de Bessey, Chavanay, Pélussin, Mallevall et Roisey puise l'eau dans les sources du Pilat et sur un puits dans la nappe du Rhône. Le syndicat fournit aux consommateurs 290 000 m³ en provenance des sources et 680 000 m³ en provenance du Rhône. En 2002, la production avait été à peu près équivalente alors qu'en 2003 la source rhodanienne a été privilégiée.

Le Massif du Pilat. A Saint-Genest-Malifaux, en 1968, seulement 44 % de la population était desservie par le réseau d'alimentation en eau potable. Ce pourcentage atteignait 95 % en 2000. Tarentaise assure de façon autonome sa production et sa distribution d'eau potable.

L'utilisation de la ressource du Barrage des Plats et l'alimentation en eau potable de Firminy et des communes de la Vallée de la Semène.



Photo 18 : La Semène dans l'ancienne retenue des Plats à Saint-Genest-Malifaux (Y. BENMALEK, 16.07.2006)

Avant la vidange du Barrage des Plats en 2005. Le Barrage des Plats est situé sur le territoire de la commune de Saint-Genest-Malifaux. Il est propriété de la ville de Firminy. En 1953, conseillée par les Ponts et Chaussées et la Loire, la municipalité appelouse décida la construction d'un barrage sur la Semène pour subvenir aux besoins en eau industrielle et en eau potable des communes de Fraisses, d'Unieux et de Firminy. Les motivations pour la construction du Barrage des Plats étaient multiples. Le Barrage de Bois d'Etat connaissait régulièrement des difficultés de remplissage. Un doublement de la population de la ville de Firminy était envisagé. Les besoins en eau de l'industrie étaient huit fois supérieurs à ceux des ménages. Les besoins en eau ont été surestimés. Firminy a seulement utilisé l'eau de la retenue en 2003 !

Le barrage, dont les travaux ont débuté le 27 juin 1957, a été achevé en juin 1958 et mis en eau le 15 décembre 1958. L'ouvrage mesure 17 mètres de haut et 100 mètres de large. C'est l'année de la construction de la station de traitement de l'eau de Firminy.

En 1979, le barrage alimentait en eau potable en totalité ou partiellement les communes de Firminy, de Jonzieux, de Saint-Victor-Malescours, de Saint-Ferréol-d'Auroure et de Saint-Just-Malmont. A l'époque, les prévisions les plus optimistes de croissance de la population appelouse (de Firminy) affichaient 50 000 habitants.

Avant la vidange de 2005, et le percement d'un pertuis de fond pour éviter tout risque d'inondation par rupture dans la Vallée de la Semène, la capacité du réservoir était de 1,73 M m³.

Firminy possède aussi la retenue de Bois d'Etat, retenue située sur l'Echapre (Haute-Loire). Il a été construit en 1897. La capacité du réservoir est de 969 000 m³. L'ouvrage a été totalement vidangé en 1952 et en 1997. Pendant la dernière vidange, le service des eaux de Firminy s'est connecté à la conduite forcée du Lignon, entre le 12 mai et le 1^{er} novembre 1997. En 1999, la municipalité de Firminy envisageait la protection des ressources du haut Bassin versant de l'Echapre par :

- la mise en place d'un périmètre de protection
- un point sur l'assainissement de l'habitat existant
- la maîtrise des pollutions des nappes phréatiques
- la limitation de l'usage des pesticides par la récupération des fumiers organiques.

La cité appelouse puisait dans l'eau du Barrage des Plats quand le niveau du Barrage sur l'Echapre était inférieur au quart de sa réserve utile (dans ce cas, la ressource était disponible pour l'alimentation en eau potable). Le Barrage des Plats n'était donc pas la ressource principale de Firminy. Sa capacité était de 1,64 M m³. Avec deux ressources en eau à disposition, il n'était donc pas question, sauf sécheresse exceptionnelle, que la ville de Firminy soit raccordée au réseau d'alimentation en eau potable de Lavalette. La ville de Firminy revend ensuite l'eau produite aux communes de Caloire, de Fraisses, de Saint-Paul-en-Cornillon et d'Unieux. Le Barrage de l'Echapre doit être vidangé en 2009.

	En M m ³	%
Production annuelle	2,25	40,8
Eau brute provenant du Barrage de Saint-Genest-Malifaux vendue au syndicat des eaux de la Semène	1	18,1
Eau potable vendue à Firminy	0,855	15,5
Utilisation publique (bâtiments publics, piscines, bornes incendies) et fuites sur le réseau	0,67	12,1
Eau potable vendue aux autres communes	0,662	12
Eau potable vendue aux industriels	0,08	1,5

Tableau 30 : Gestion de l'eau du réseau de Firminy en 1999 (LA TRIBUNE - LE PROGRES, 25.02.1999)

La station de potabilisation de Firminy est située dans le quartier des Quatre Vents. Elle a été rénovée entièrement en 1999. Elle traite 453 m³ / h.

Le plan d'eau des Plats alimentait Firminy, Fraisses, Unieux et les communes du Syndicat des Eaux de la Semène. Il s'agissait de la principale source d'approvisionnement en eau potable pour les 15 000 habitants du territoire du Syndicat. Le Syndicat était le principal utilisateur de l'eau de la retenue, jusqu'à 80 % de la production. Il prélevait 40 litres par seconde dans le Barrage des Plats. Firminy revendait 1 M m³ chaque année au Syndicat.

Les eaux sont traitées à la station de Lherbret, créée en 1957, agrandie en 1975 puis en 1992. Elle traite 3 000 m³ d'eau par jour. Elle peut compter jusqu'à deux jours de réserves. La ressource en eau des Plats et de Lavalette était mélangée dans un réservoir-tampon de 500 m³ sur le site de Lherbret.

La situation depuis la vidange du Barrage des Plats. Pour que la vidange puisse s'opérer, il a fallu trouver une solution complémentaire pour les communes adhérentes au Syndicat des Eaux de la Semène. D'après I. CLEMENT, Directrice des Services Techniques de la ville de Firminy : « *Nous avons obtenu des dérogations successives car le Syndicat des Eaux de la Semène pompait son eau dans le barrage. C'était sa seule source donc ce n'était pas possible de la couper. Au printemps 2005, ce syndicat a été raccordé à la conduite d'eau du Lignon, ce qui nous permet donc d'effectuer la vidange.* » La vidange était budgétisée à 0,5 M € par la ville de Firminy. Fissuré, percé par un puits de fond de 3 mètres de large sur 3 mètres de haut, le Barrage des Plats n'est plus qu'un mur sans vocation. Les incidents

de fin 2005 ont modifié les desseins de la ville de Firminy qui souhaitait auparavant surélever l'ouvrage. Le Syndicat de la Semène est uniquement raccordé à la conduite forcée du Lignon depuis le 29 septembre 2005. La Société Stéphanoise des Eaux fournit dès lors 1 M m³ par an nécessaire pour l'approvisionnement en eau potable. Les sociétés de pêche, les communes de Saint-Didier-en-Velay et de La Séauve-sur-Semène attendaient que Firminy supporte les coûts liés au traitement de la pollution de la Semène, et investisse dans le cadre du Contrat de Rivière « Semène ».

Suite à la vidange du Barrage des Plats, Saint-Romain-Lachalm utilise l'eau produite par la station de Lherbret, alimentée par les eaux du Barrage de Lavalette. Elle utilise aussi l'eau produite par la station de pompage de La Michalière au Chambon-Feugerolles. La vidange du Barrage de Lavalette doit intervenir en 2010, si la retenue des Plats a pu être remise en eau.

Le captage de la Clare alimente 4 000 habitants. Suite à la vidange totale du Barrage des Plats en 2005, la première depuis sa mise en eau en 1958, la commune de Saint-Didier-en-Velay a déclaré souhaiter réaliser une interconnexion avec le Syndicat des Eaux de la Semène. Pour les membres du Syndicat des Eaux de la Semène, *« une solution provisoire a été trouvée avec l'installation de postes de relevage sur la conduite du Lignon, cependant le provisoire dure depuis bientôt trois ans et les élus des communes concernées commencent à s'inquiéter de la situation. »* Pour M. BONNEFOY, Maire de Saint-Didier-en-Velay, *« le thème de l'interconnexion est l'avenir. L'eau est le bien de tous, il doit servir tous les usages : particuliers, économiques, loisirs et agriculture. »*

Les communes de Marlhes, Saint-Genest-Malifaux et Saint-Romain-les-Atheux souhaitent connecter leur réseau d'alimentation en eau potable sur le réseau du Syndicat des Eaux de la Semène.

Le maire actuel de Firminy, M. PETIT, est le Président du Syndicat Intercommunal des Barrages, créé le 5 novembre 2007. Ce Syndicat regroupe les communes de Firminy, Fraisses, Saint-Paul-en-Cornillon et Unieux. Il a désormais la gestion des retenues de Bois d'Etat et des Plats. Il fournit l'eau potable aux communes depuis le 1^{er} janvier 2008. Les quatre communes ont désormais un prix de l'eau équivalent.

Vers une remise en eau de l'ouvrage ? La remise en eau du barrage, souhaitée par les équipes municipales successives de la ville de Firminy, est aujourd'hui suspendue et trouve des appuis favorables et des opposants. Les arguments sont nombreux :

- il y a l'argument paysager et immobilier. Le Maire de Saint-Genest-Malifaux, D. MANDON, est clairement favorable à la réhabilitation de l'ouvrage : *« Il faut vite le remettre en eau. Tout a gravité pendant un demi-siècle autour de ce barrage. C'est notre image de marque. C'est aussi un verrou à la spéculation financière. »*
- il y a l'argument financier, sans doute l'argument essentiel. La ville de Firminy n'a pas les moyens de supporter à elle seule la remise en eau de son barrage, évaluée à 7 M €. Elle peut trouver un écho favorable auprès du Ministre délégué à l'Aménagement du territoire, C. ESTROSI. La rénovation du Barrage des Plats est inscrite dans le contrat de projet Etat / Région, ce qui permet un financement de l'Etat, de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne et de la Région Rhône-Alpes. La ville de Firminy n'aurait plus alors à supporter que 20 % du coût, sans compter les études antérieures et postérieures à la vidange de 2005 et la mise en sécurité du mur. Les régions Auvergne et Rhône-Alpes ont récemment refusé de participer au financement de la rénovation du barrage. Pour le moment, l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne s'est engagée à financer la réhabilitation de l'ouvrage à hauteur de 2 M €, l'Etat à hauteur de 800 000 € et le Conseil Général de Haute-Loire à hauteur de 353 000 €.
- il y a l'argument de l'utilisation d'une ressource. Alors même que la retenue est vide, et que l'ouvrage est à repenser, le Syndicat des Barrages est né le 8 novembre 2007. Il sera l'interlocuteur du Syndicat des Eaux de la Semène si le Barrage des Plats est à nouveau opérationnel. Le Syndicat des Barrages regroupe pour le moment les communes de Firminy, Fraisses, Saint-Paul-en-Cornillon et Unieux mais les communes de Aurec-sur-Loire, Marlhes, Saint-Genest-Malifaux et Saint-Régis-du-Coin souhaiteraient y adhérer.

L'ancien Président du Syndicat des Eaux de la Semène, G. RONZE, ne souhaitait pas en février 2006 engager de financements : *« Nous achetons de l'eau à Firminy depuis 1958, ce qui représente plus ou moins une somme de 2 M €. Nous ne voyons pas pourquoi nous devrions participer à ce chantier. Lorsqu'un propriétaire fait des travaux sur un bâtiment qu'il loue, il ne demande pas à ses locataires de financer une partie du chantier »*. Le nouveau Président, Maire de Saint-Just-Malmont, C. GRANGER, n'est pas du même avis : *« La réhabilitation du Barrage des Plats est la solution idéale car elle est la plus économique en terme d'énergie vu que le cheminement de l'eau serait naturel. »* L'idée d'un agrandissement territorial du Syndicat est à l'ordre du jour : *« Notre syndicat est appelé à se développer car on s'est engagé à fournir de l'eau à Saint-Genest-Malifaux, Marlhes et peut-être Saint-Romain-les-Atheux. A plus longue échéance, on peut envisager également une arrivée de Saint-Didier et de la Séauve. [...] Si le Barrage des Plats n'était*

pas réhabilité, le projet monistrolien pourrait être une solution. » Il fait ici référence à un raccordement possible au SYMPAE (voir page 191).

- il y a l'argument de la qualité de l'eau. Le Président de l'A.A.P.P.M.A. de Saint-Didier-en-Velay, A. LARDON, est opposé à la remise en eau de la retenue des Plats : *« Nous préférons qu'il reste percé. La rivière garderait son cours naturel. »* Il a accueilli le percement d'un pertuis de fond comme une *« bonne nouvelle »*. Il ne souhaite pas la remise en eau de la retenue : *« Cela provoque une augmentation de la température de l'eau et une diminution de l'oxygène. D'où le risque de présences indésirables tels les carnassiers ou les cyprinidés. »* Il ne perçoit pas le raccordement du Syndicat des Eaux de la Semène à la conduite forcée du Lignon comme une solution provisoire : *« C'est la vidange du barrage qui a imposé au Syndicat des Eaux de la Semène de financer (1,6 M €) un raccordement sur la conduite du Lignon, ce raccordement n'a jamais eu un caractère de provisoire. Il sécurise l'alimentation du Syndicat en cas de pollution sur les Plats par exemple. »*

G. LIEGE, Porte-parole de Cap 21 en Haute-Loire, est du même avis : *« Le Barrage des Plats ne va pas régler le problème de l'eau sur le secteur est du Département de la Haute-Loire. [...] Ce serait une catastrophe écologique et économique ! [...] Ce barrage est vétuste et inopérant, il désorganise tout un écosystème. »*

Dans l'hypothèse la plus favorable, l'ouvrage serait remis en eau au début de l'année 2011.

La Vallée de la Dunières. A Dunières, c'est Véolia (anciennement Compagnie Générale des Eaux) qui est gestionnaire du réseau de distribution en eau potable. Les deux tiers de la ressource proviennent de Rochessac, le reste de Montregard.

Le Syndicat des Eaux Montfaucon-Montregard se connecte à une prise d'eau du Barrage de Lavalette pour l'alimentation en eau potable de Dunières, Grazac, Raucoules et Verne (commune de Lapte). Il libère 30 captages sur les bassins versants du Trifoulou et de la Brossette (affluents du Lignon du Velay). Les travaux s'étalent sur la période 2007-2012.

L'Yssingelais et la Vallée de la Loire en Haute-Loire. Le SYMPAE, créé en 2001, est alimenté principalement par la conduite forcée du Lignon, depuis le Barrage de la Chapelette. La nouvelle station de traitement à La Borie (7,15 M € H.T.) fournit l'eau potable aux habitants de Bas-en-Basset, Beauzac, Les Villettes, Monistrol-sur-Loire, Sainte-Sigolène et du S.I.A.E.P. du Haut-Forez, soit 30 000 habitants. La capacité maximale de traitement est de 700 m³ / h (500 m³ / h en temps normal).

Deuxième partie : Les besoins en eau et les outils de gestion

Le S.E.L.L. va gérer cette nouvelle station et le SYMPAE sera nouvel adhérent au S.E.L.L. Les communes adhérentes au S.E.L.L., dont le siège est à Sainte-Sigolène, sont : Aurec-sur-Loire, Beauzac, Bas-en-Basset, Grazac, Lapte, Les Villetes, Montfaucon-en-Velay, Montregard, Raucoules, Saint-Maurice-de-Lignon et Sainte-Sigolène.

Le S.I.P.E.P existe depuis 2005 et regroupe les communes de Beaux, Bessamorel, Retournac, Saint-Jeures, Saint-Maurice-de-Lignon et Yssingaux. Les communes de ce Syndicat sont alimentées par :

- des captages de sources du Meygal, qui fournissent entre 50 et 70 % de la production d'eau potable
- la conduite forcée du Lignon depuis un prélèvement sur la retenue de La Chapelette pour une alimentation complémentaire ou de secours. *« Une enquête publique est lancée depuis le 9 février et jusqu'au 2 mars afin d'augmenter le prélèvement d'eau brute dans la rivière Lignon à hauteur de La Chapelette. Ce prélèvement existe déjà pour un débit de 52 litres par seconde. Pour faire face à de nouveaux besoins et notamment l'arrivée de la commune de Retournac dans le S.I.P.E.P., les élus souhaitent porter ce prélèvement dans le Lignon à un débit de 66 litres par seconde. »* (LA GAZETTE HAUTE-LOIRE).

La commune d'Yssingaux est alimentée en eau par des captages de sources au Meygal, à Recharinges, et par l'usine de Versilhac. L'eau est produite à Chazeau, à La Fayette, aux Cayres et à l'usine de Versilhac. La longueur du réseau de distribution d'eau potable est de 212,6 km.

Quelles solutions sont recherchées pour anticiper la vidange du Barrage de Lavalette pendant l'hiver 2010-2011 et à moyen terme ?

Les élus des communes adhérentes au S.I.P.E.P. envisagent d'utiliser l'eau de la Loire par pompage depuis Confolent lors de la future visite décennale du Barrage de Lavalette. L'infrastructure sera inutilisable pendant 9 à 10 mois. Sur le Barrage de Lavalette, il faudra vérifier le bon fonctionnement de certains organes, comme les vannes de fond.

Le Syndicat des Eaux de Tence pourrait se raccorder à la conduite du Syndicat des Eaux de Montregard-Montfaucon, qui fait remonter l'eau du Barrage de Lavalette jusqu'aux communes concernées pour l'alimentation en eau potable. *« Le Syndicat des Eaux a été créé en 1965 par les municipalités de Tence, du Mas-de-Tence et Chenereilles. L'eau provient des Ruisseau de Chaudier et du Ruisseau du Crouzet de Ruelle.*

L'autorisation de prélèvement est de 1 700 m³ / jour. [...] La station de traitement des Hostes (Tence) a été construite en 1968 et mise en conformité en 1999/2000. Sa capacité de traitement est de 120 m³ / heure. [...] Le réseau mesure 150 km de long. [...] Il y a 2 400 abonnés répartis sur Chenereilles, Mas-de-Tence, Tence ainsi que certains abonnés près de notre réseau : 5 à Montregard, 22 à Saint-André-en-Vivaraïs, 37 au Mazet Saint-Voy. La population desservie représente environ 4 000 personnes. [...] Par an on traite et on distribue 330 000 m³. » Les besoins en eau sont différents en été et en hiver : « La consommation hivernale est aux environs de 800 m³ / jour. La période estivale amène des pointes de consommation d'environ 1 600 m³ / jour. » (SYNDICAT DES EAUX DE TENCE).

Face à la vidange prochaine du Barrage de Lavalette, l'A.A.P.P.M.A. Tence-Montfaucon a présenté les deux solutions possibles : « *La 1^{ère} consiste à s'associer au Syndicat des Eaux de Montregard qui regroupe les communes de Dunières, Grazac, Lapte, Montfaucon et Raucoules pour s'alimenter au Barrage de Lavalette. C'est la solution qu'ont déjà mise en œuvre les syndicats d'Yssingeaux et de la Semène. [...] Une deuxième solution est lancée soit une alimentation par le syndicat du Chambon-sur-Lignon avec un prélèvement supplémentaire sur le Lignon. Cela serait particulièrement défavorable pour le niveau du Lignon entre la station du Chambon et la station de Salettes en période de basses eaux. [...] Ce n'est pas neutre de choisir entre une association avec un syndicat communal ou de se lier avec Véolia qui gère le syndicat du Chambon. »*

Le Syndicat des Eaux de Montregard (rattaché pour sa gestion au S.E.L.L.) étudie la possibilité d'un nouveau captage sur le Barrage de la Chapelette.

Le S.I.P.E.P. fait effectuer des travaux à la station de production d'eau potable de Versilhac. Elle est alimentée par une prise d'eau sur le Lignon pour aménager un bassin tampon de 1 000 m³. Le S.I.P.E.P. est en cours de liaison avec Retournac.

Les communes de Saint-Jeures et du Mazet-Saint-Voy sont alimentées par un captage de sources sur le Massif du Lizieux. Elles ont un projet de raccordement au S.I.P.E.P., ce qui pourrait libérer des captages sur les bassins versants de la Ligne et du Mousse. La commune de Saint-Jeures est aussi raccordée depuis 1995 à la ressource de Lavalette. Auparavant, elle s'approvisionnait auprès de Tence par camions citernes.

Les besoins en eau sont très différents selon les utilisateurs de l'eau et le type d'activité consommateur de ce bien naturel. Nous aurions pu approfondir beaucoup plus l'analyse des besoins de l'agriculture, de la forêt et de l'industrie. Nous sommes convaincus que les besoins en eau sont assurés, quelle que soit l'activité, sur la majeure partie du territoire et en toute saison. Même si elles se révèlent gourmandes en eau, les industries ne mettent pas en péril la ressource en eau, au moins au niveau quantitatif. La situation peut poser problème en période de sécheresse.

Face aux coûts engendrés par l'entretien et l'extension des réseaux, aussi bien en matière de production d'eau potable que d'assainissement, les grandes compagnies se sont procurées une bonne part du marché. La tendance à la remunicipalisation de ces services est une volonté politique récente. La gestion est onéreuse et les structures créées au cours des deux derniers siècles ne sont pas éternelles. Les ouvrages de La Rive, du Piney, du Gouffre d'Enfer et des Plats ont dû être vidangés, temporairement ou définitivement. Le Barrage de Lavalette représente donc pour beaucoup de collectivités une solution en termes d'approvisionnement en eau potable, parfois souhaitée comme provisoire.

En matière d'alimentation en eau potable, il y a beaucoup d'enjeux et de structures différentes. Les grandes villes visent un retour du service de l'eau en régie municipale. En Haute-Loire, la tendance est au regroupement intercommunal. Les petites communes veulent ainsi bénéficier de meilleures compétences techniques sur un réseau sécurisé. Elles doivent faire face à l'inutilité peut-être provisoire du Barrage des Plats et doivent anticiper la vidange du Barrage de Lavalette, prévue en 2010.

Ce territoire est en mouvement. La démographie est un domaine dynamique. Aujourd'hui, les modes de consommation de l'eau de la population évoluent. L'agriculture et l'industrie sont deux secteurs économiques en perpétuelle transformation. Ces changements, considérés parfois comme des bouleversements, peuvent-ils remettre en cause la disponibilité de la ressource en eau sur notre territoire d'étude ? Pour pouvoir apporter des éléments de réponse à cette question fondamentale, nous allons analyser les données des derniers recensements de population et de consommation en eau potable.

Troisième partie : L'évolution des besoins en eau depuis les trente dernières années

Etudier la population d'un territoire, c'est faire appel aux données démographiques. Les résultats du dernier recensement sont parus très récemment. Nous nous rapportons souvent au recensement de 1999.

Au niveau économique, la région de Pont-Salomon et de Monistrol-sur-Loire fait partie des plus attractives et des plus dynamiques du secteur du S.I.C.A.L.A. « Antenne de Tence ». C'est le secteur qui compte la part la plus importante de moins de 25 ans dans la population totale. C'est un secteur où la croissance démographique est importante. Nous devons nous interroger sur les pratiques possibles de ce nouveau type de population face à l'utilisation de la ressource en eau. Nous retrouvons cette situation dans les communes du Département de la Loire qui se situent à proximité d'axes de communication principaux et là où les contraintes topographiques posent moins de problèmes pour l'installation de « nouveaux » habitants. Les modes de vie des années 2000 ne sont pas ceux des années 1970. Ces « nouveaux ruraux » adoptent-ils un comportement de citoyen face à l'utilisation de la ressource, un comportement qu'ils vont adapter au nouveau milieu environnant ?

La contrainte qui pèse sur la ressource est forte. De nouvelles personnes installées, ce sont de nouveaux réseaux à mettre en place, donc des dispositifs de contrôle et de suivi des installations performants et fiables. Cela se traduit aussi par un changement dans l'occupation des lieux. Ces nouveaux espaces périurbains grignotent peu à peu du terrain sur les espaces agricoles en déprise ou en phase de reconquête par la forêt. Les maisons individuelles continuent à se développer, parfois près d'une source ou d'un petit cours d'eau. Quels périmètres de protection peuvent être établis ?

Le sud des Monts du Lyonnais, le plateau pélussinois sont aussi concernés par cette progression de la population. Qu'en est-il sur les autres secteurs (Vallées du Furan, du Gier et de l'Ondaine, Massif du Pilat et Chaîne des Boutières) ?

Chapitre 1 : L'évolution démographique

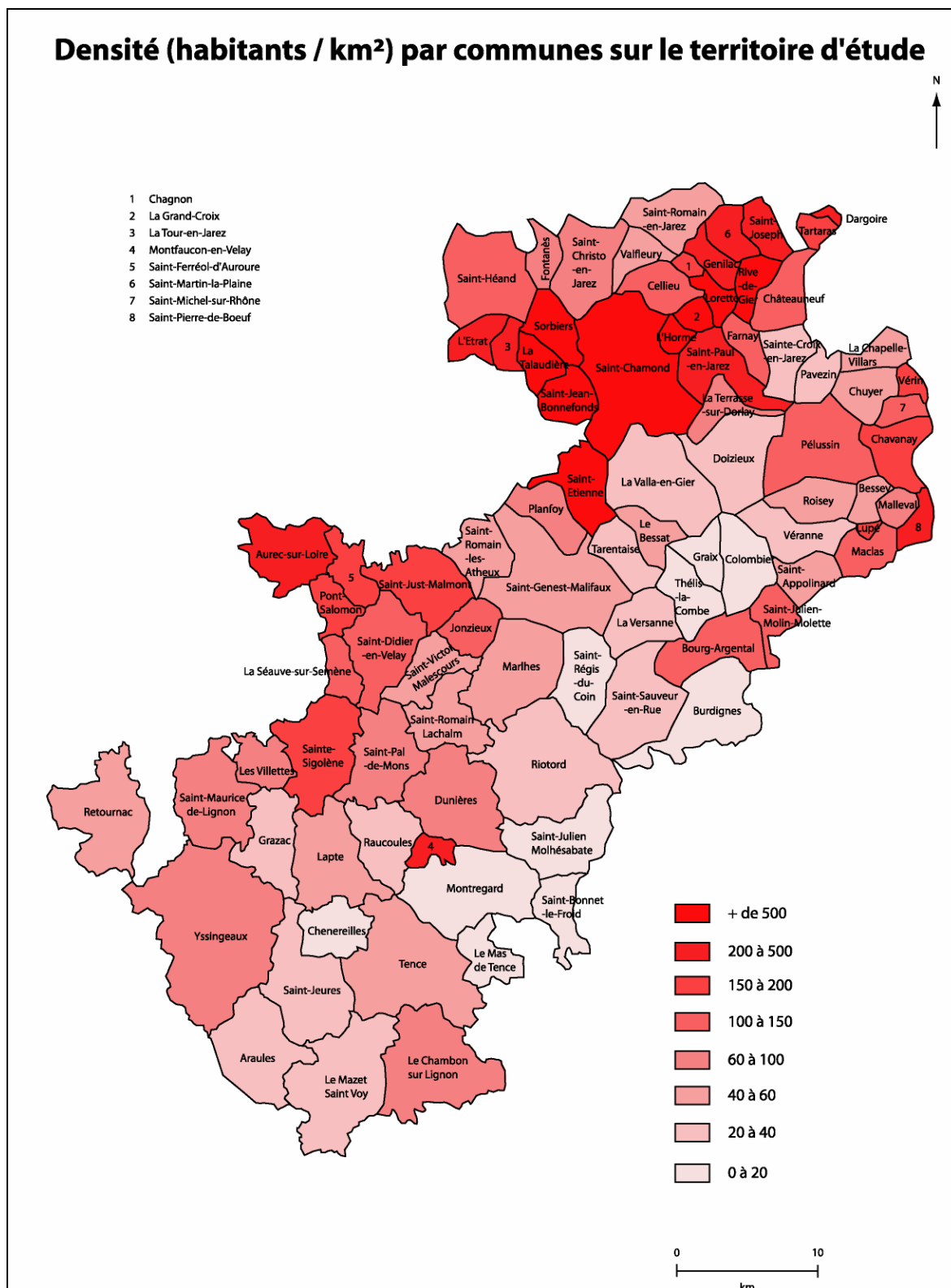


Figure 109 : Densité (habitants / km²) par communes sur le territoire d'étude en 1999 (I.N.S.E.E)

La densité de la population est très variable selon les communes. Nous avons regroupé les valeurs de densité en huit classes, des communes allant de moins de 20 habitants au km² à d'autres dépassant 500 habitants au km². Les communes les plus denses sont les communes de la Vallée du Gier, à moins de 500 mètres d'altitude. La préoccupation de la préservation de la ressource en eau pour la consommation humaine est très ancienne dans ce secteur. Le premier barrage a été construit sur le Couzon entre 1789 et 1812. Il fut édifié après la construction du canal de Givors chargé d'acheminer la houille et d'autres marchandises jusque dans la Vallée du Rhône. Beaucoup d'habitants de cette région connaissent la mobilité pendulaire car ils travaillent aussi bien dans la Vallée du Gier, à Saint-Etienne ou à Lyon. Le Barrage du Couzon a été le premier d'une longue série qui s'est poursuivie par les ouvrages de Soulages, de la Rive, du Piney et du Dorlay.

Les communes de la couronne stéphanoise relativement denses (L'Etrat, Saint-Jean-Bonnefonds, Sorbiers, La Talaudière) sont alimentées sur le réseau de la Ville de Saint-Etienne, via le Barrage de Lavalette. Aujourd'hui, le réseau d'alimentation en eau potable de tout ce secteur est largement surdimensionné car la croissance démographique ne s'est pas poursuivie.

La basse Vallée de la Semène est aussi un secteur densément peuplé. Le nombre d'abonnés du Syndicat des Eaux de la Semène a augmenté de 40 % entre 1990 et 2005. Comme dans la Vallée du Gier, cette densité importante n'est plus en lien direct avec le cours d'eau qui draine la vallée principale. Ce phénomène tient à l'allongement des distances entre villes et campagnes proches, à la présence d'une infrastructure routière importante et au développement d'industries de transformation. La densité diminue généralement avec l'altitude, en raison des contraintes climatiques qui ont favorisé le binôme agriculture extensive / forêt et aussi de l'éloignement des voies de communication. L'espace n'est pas inoccupé pour autant. Il est difficile aujourd'hui de trouver des secteurs préservés de l'influence humaine, hormis dans les gorges de la Dunières, du Lignon ou sur les pentes fortes du Mézenc. Ce sont des secteurs où la densité est inférieure à 20 habitants au km². La région du Mézenc est pourtant un lieu où *« la vie pastorale a très tôt disparu, confrontée à la pression démographique et à la colonisation des pâturages d'altitude par l'habitat permanent et la petite paysannerie. »* (E. BORDESSOULE, 2001). *« Les sociétés rurales les plus solides correspondent uniquement à des montagnes sans paysans, qui soutiennent de bonnes densités, souvent supérieures à 50 habitants au km². Avec moins de 10 habitants au km², les montagnes dévitalisées risquent très vite de se muer en quasi-déserts si l'on n'y préserve pas les exploitations agricoles survivantes. »* (C.E.R.A.M.A.C.,

1997). Si l'on ne se trouve pas dans le rural profond, certaines régions s'en approchent (Le Mas-de-Tence, Saint-Jeures). Dans les projets d'exploitation intercommunale de l'eau, leur volonté de participer montre bien que ces collectivités refusent une forme d'isolement.

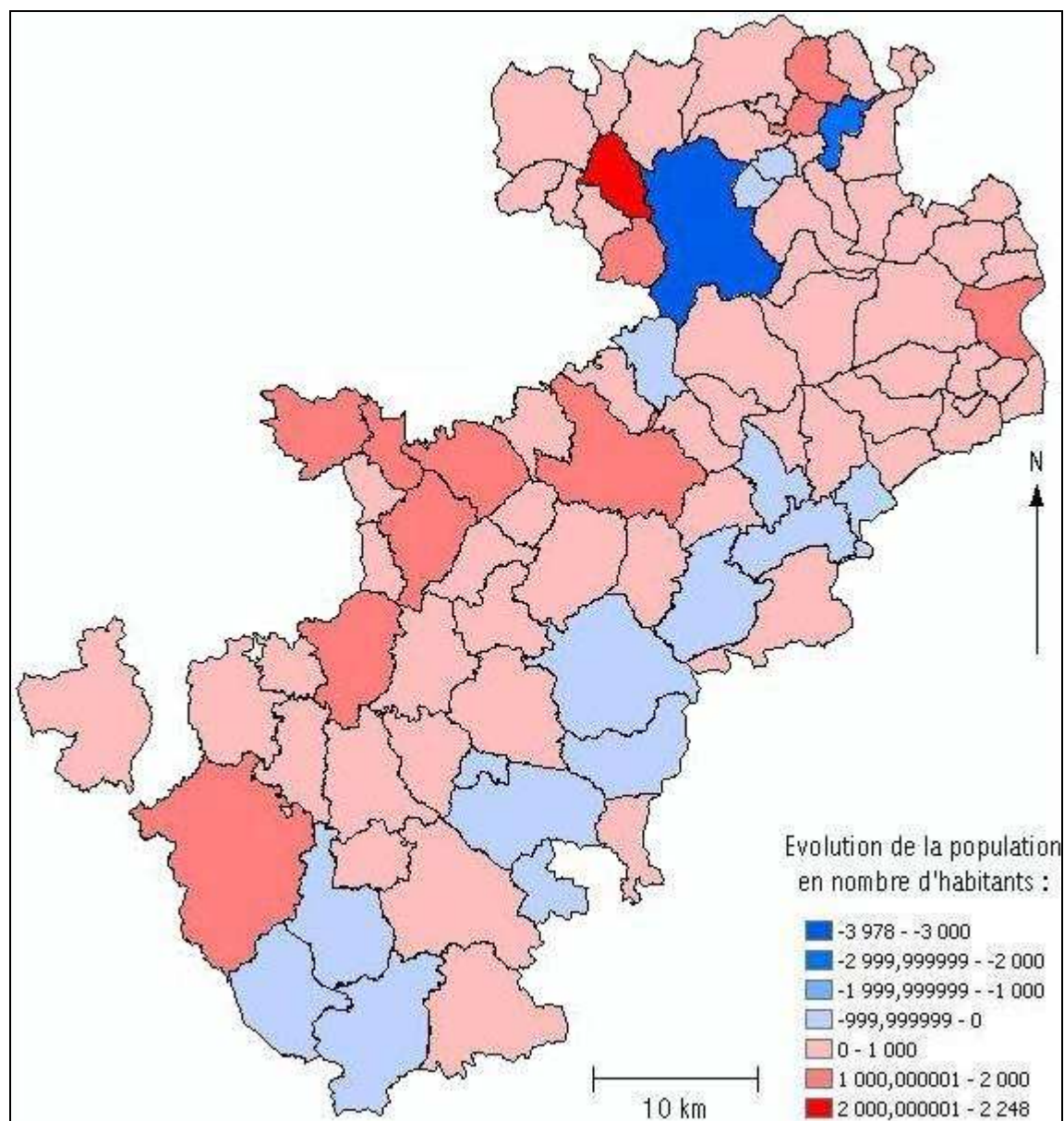


Figure 110 : Evolution de la population en habitants par commune entre 1975 et 2006 (INSTITUT NATIONAL DE LA STATISTIQUE ET DES ETUDES ECONOMIQUES)

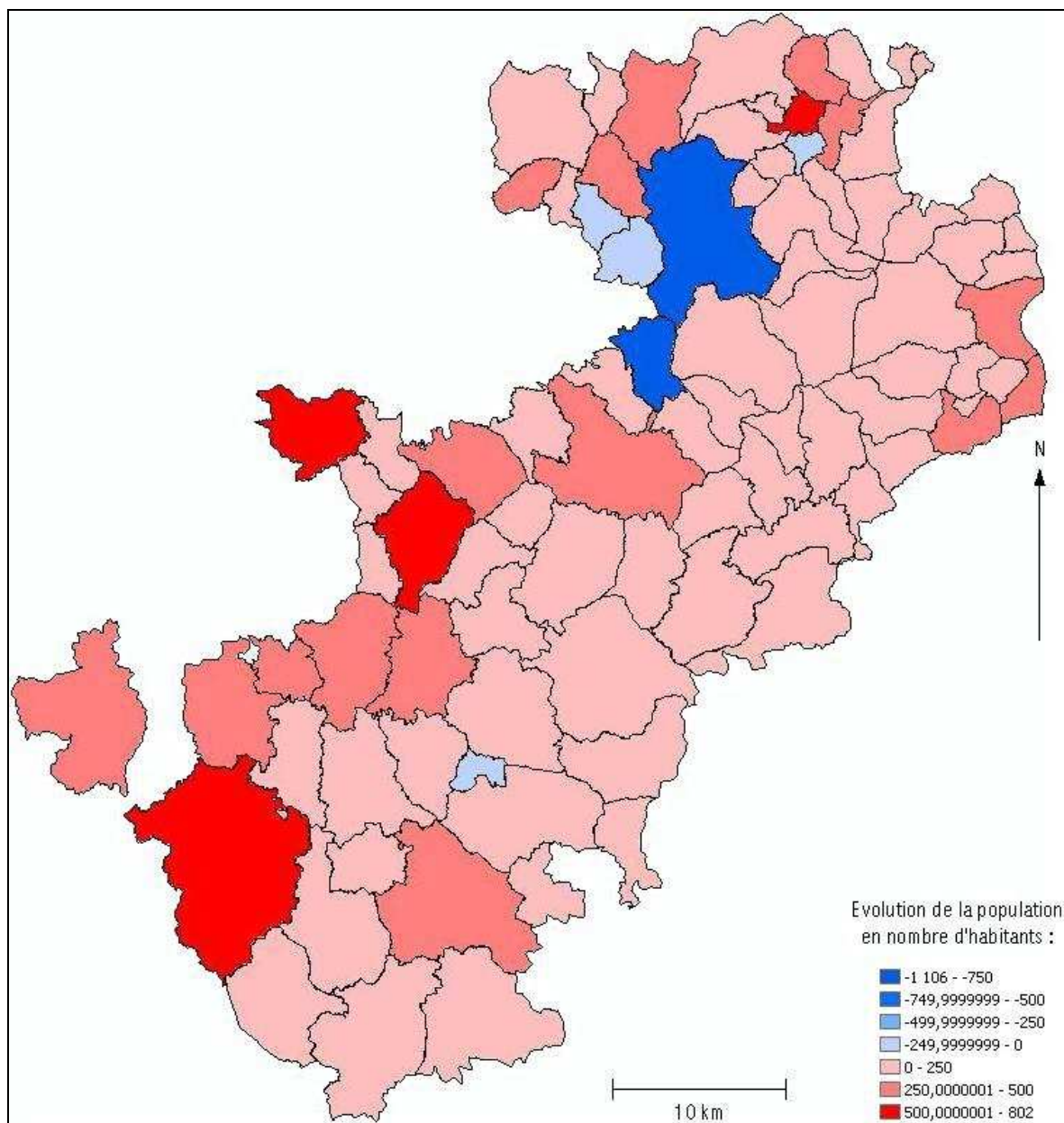


Figure 111 : Evolution de la population en habitants par commune entre 1999 et 2006 (INSTITUT NATIONAL DE LA STATISTIQUE ET DES ETUDES ECONOMIQUES)

L'évolution de la population entre 1975 et 2006 (voir figure n°110 page 215) permet de distinguer certaines tendances. L'évolution de la population entre 1999 et 2006 les précise. La construction se poursuit plus à l'est dans des secteurs jusque là en déprise rurale importante (Araules, Chenereilles, Grazac, Lapte, Saint-Jeures et Tence) et dans les régions du Pilat les plus pentues et les plus pénalisées par l'exode rural (Colombier, Graix et Thélis-la-Combe)¹³. Les anciens bourgs industriels (Dunières, Riotord) et autres villes industrielles (Rive-de-Gier, Saint-Etienne) ne parviendront peut-être pas dans les années à venir à stopper la baisse de la population, tant que les possibilités d'emplois de ces

Troisième partie : L'évolution des besoins en eau depuis les trente dernières années

communes n'augmenteront pas. La progression démographique pose des contraintes en matière de gestion de la ressource en eau. Les précipitations sont très variables d'une année sur l'autre. La population exige une demande en eau à peu près stable. Les nouvelles constructions impliquent un allongement des réseaux d'alimentation en eau potable et d'assainissement, donc une augmentation des coûts pour la collectivité parfois difficile pour des petites communes à budget réduit.

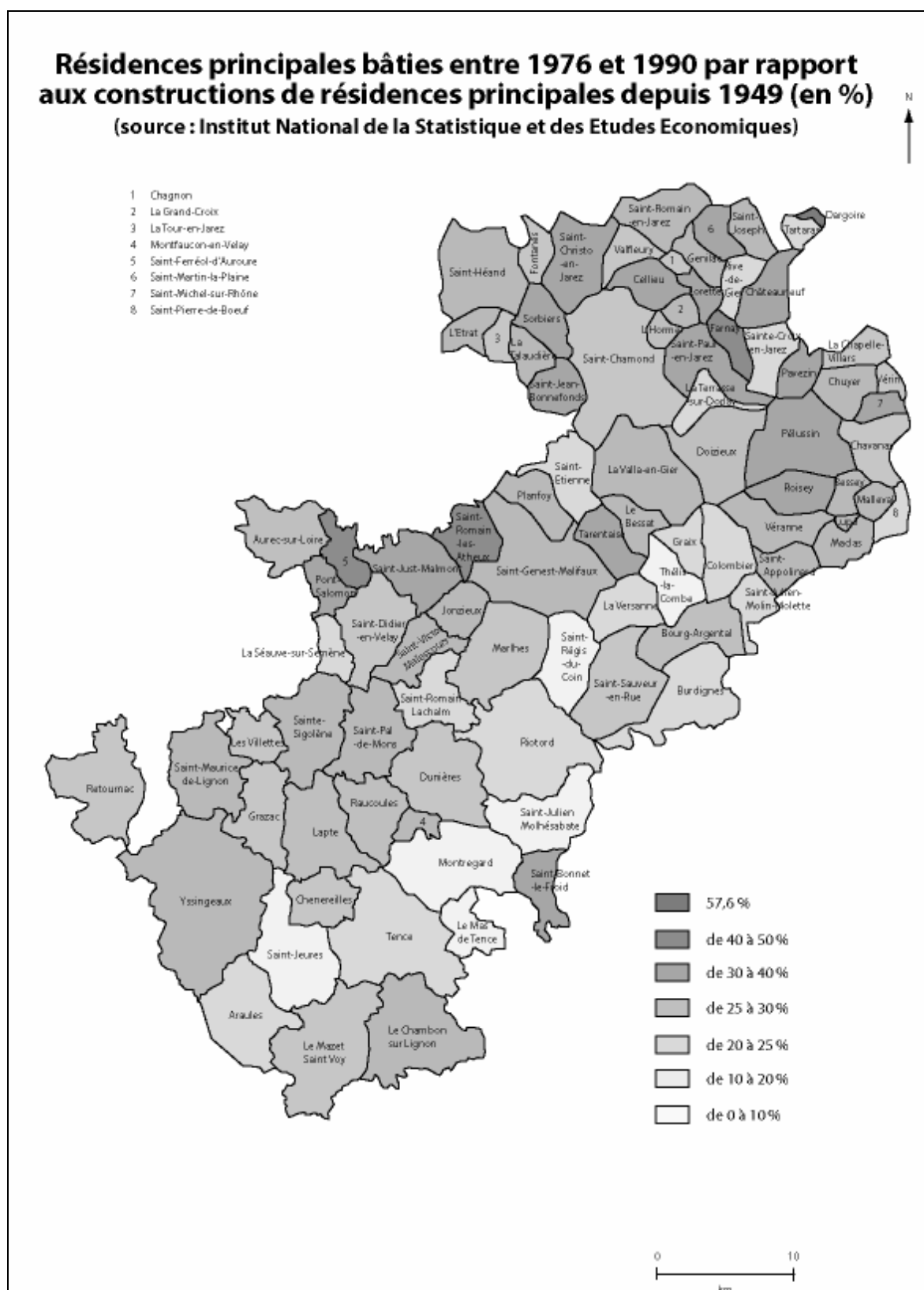


Figure 112 : Résidences principales bâties entre 1976 et 1990 par rapport aux constructions de résidences principales depuis 1949 (en %) (I.N.S.E.E)

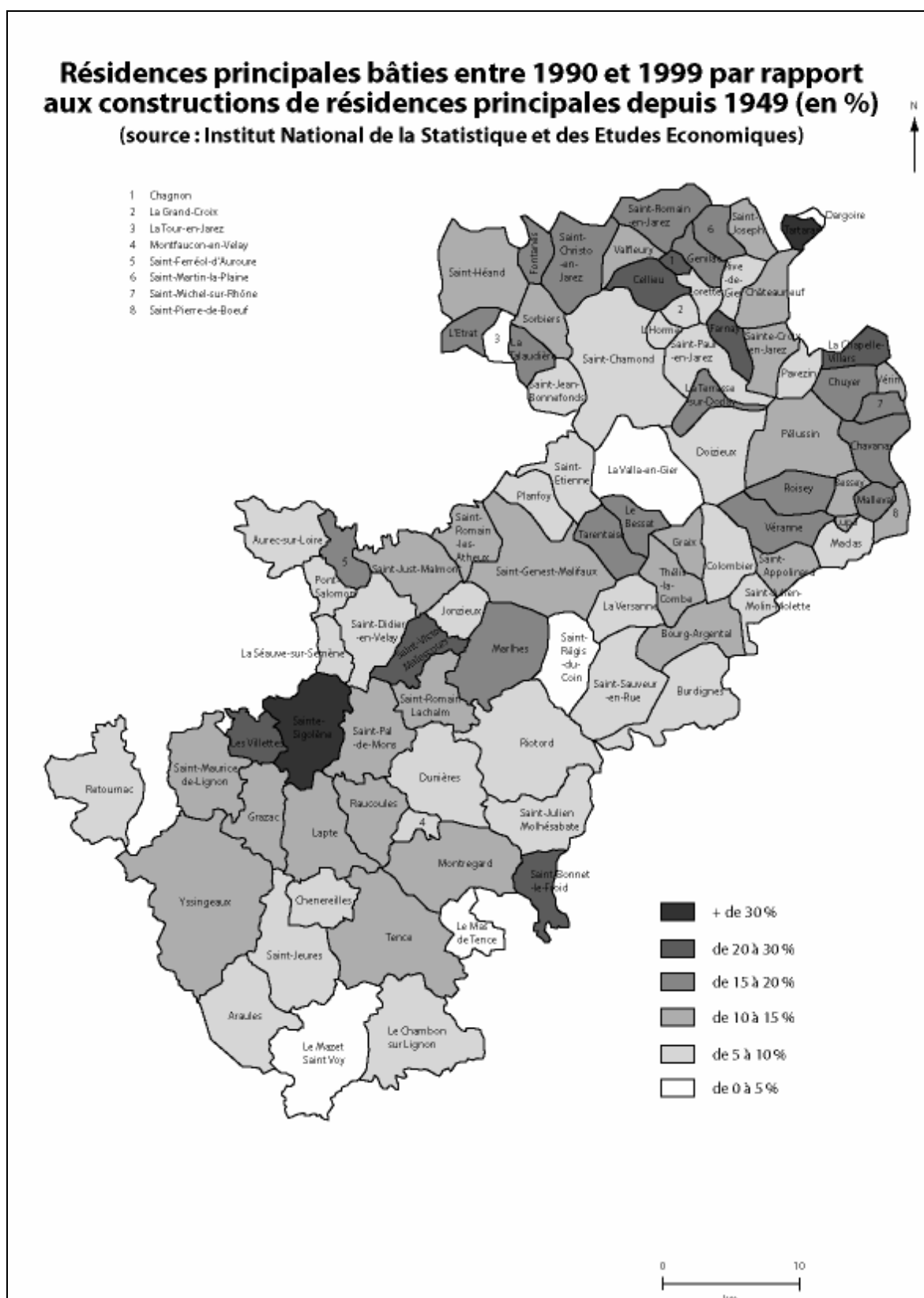


Figure 113 : Résidences principales bâties entre 1990 et 1999 par rapport aux constructions de résidences principales depuis 1949 (en %) (I.N.S.E.E)

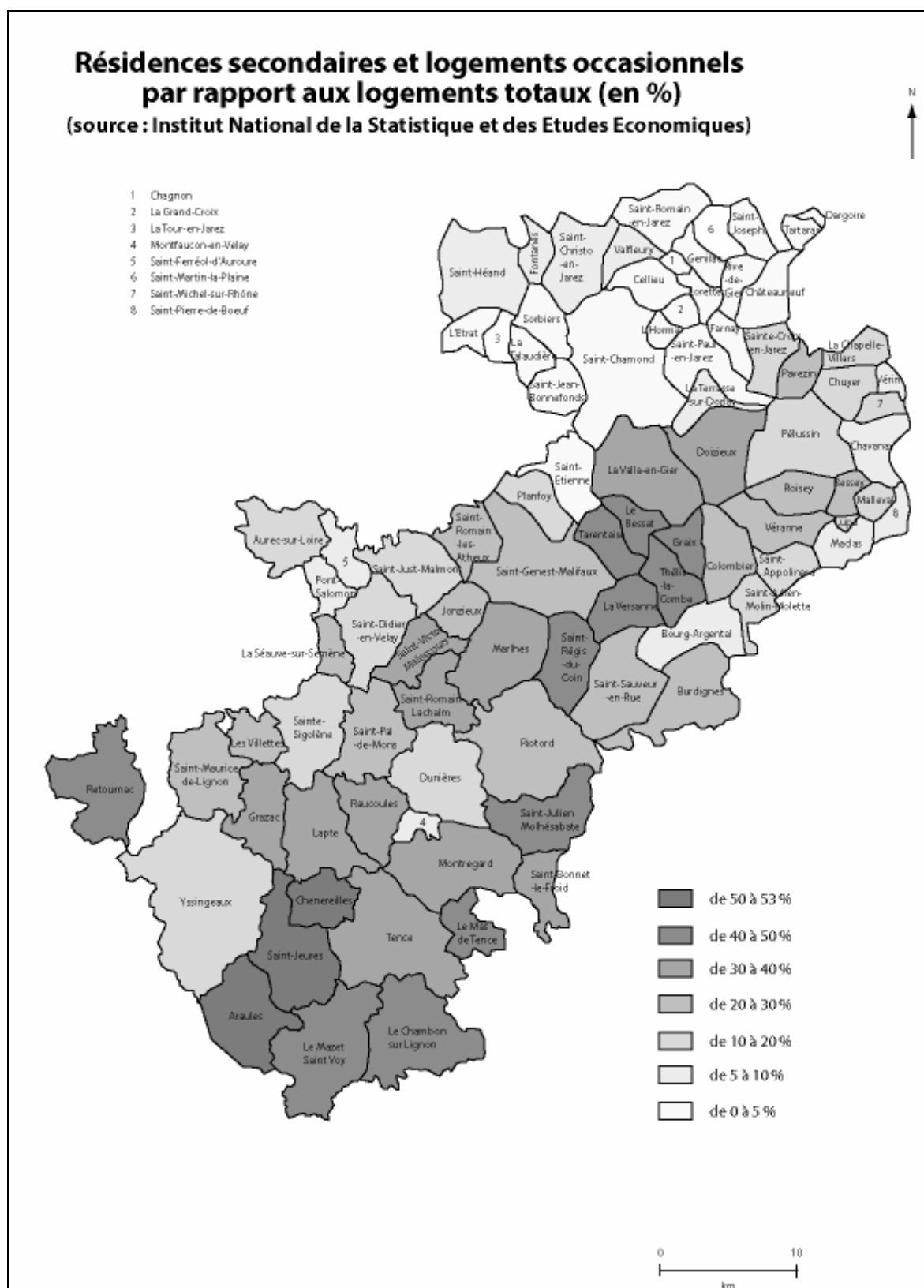


Figure 114 : Résidences secondaires et logements occasionnels par rapport aux logements sociaux (en %) (I.N.S.E.E)

Parmi les 92 communes qui constituent le territoire d'étude, seulement 8 communes ont vu leur population diminuer depuis 1999. Les plus importantes ; Saint-Chamond, Saint-Etienne, Saint-Héand et Saint-Jean-Bonnefonds se situent dans un processus de déclin démographique.

Les figures n°112 page 218 et n°113 page 219 montrent l'importance des **constructions de résidences principales** entre 1976 et 1990 et entre 1990 et 1999 par rapport à la période 1949-1999. L'augmentation du bâti impose de nouvelles contraintes sur l'espace, la construction ou la mise aux normes de réseaux dont le réseau d'alimentation en eau potable et le réseau d'assainissement.

Entre 1976 et 1990, l'ensemble des constructions de résidences principales est assez homogène. Globalement, nous retrouvons les tendances déjà observées pour l'évolution de la population depuis la fin de la seconde guerre mondiale. Les communes du plateau pélussinois, des coteaux du Jarez proches de Saint-Chamond, de Saint-Ferréol-d'Auroure et de Saint-Romain-les-Atheux sont celles qui ont vu leur paysage bâti le plus évoluer. Ce sont des communes situées en altitude par rapport aux vallées qu'elles dominent (la Loire et l'Ondaine pour Saint-Ferréol-d'Auroure et Saint-Romain-les-Atheux, le Gier pour les communes proches de Saint-Chamond, le Rhône pour les communes du plateau pélussinois) mais à une altitude raisonnable et relativement proches des agglomérations et des grands axes fluviaux et routiers. Le S.C.O.T. Sud Loire évoque même un « *gaspillage de l'espace* ».

A ce sujet, Y. SERRANO, Maire de Saint-Ferréol-d'Auroure, déclarait le 15 juin 2006 : « *On ne peut pas tout bloquer parce que la population vieillissant, on a une désertification du village. [...] Il y a deux populations : ceux qui sont arrivés il n'y a pas très longtemps, et les anciens. [...] Il y a une telle demande à Saint-Ferréol au niveau des constructions qu'il faut freiner des deux pieds.* »

M. BONNEFOY, Maire de Saint-Didier-en-Velay, affirmait le 22 juin 2006 : « *La croissance est trop forte. [...] Notre objectif est de faire en sorte que la population n'augmente pas trop vite, de préserver l'activité agricole. [...] 3 200 habitants, cela nous suffit amplement. [...] Comme toutes les communes de ce secteur du département, le développement économique est relativement soutenu. [...] Il y a un fort afflux de la population de l'extérieur, mais pas forcément de la vallée stéphanoise : Tence ou Montfaucon. [...] Les exploitants agricoles sont à la recherche de nouvelles parcelles pour s'agrandir. Nous avons également des espaces que nous voulons laisser naturels pour des raisons d'environnement.* »

N. GRANGE, Maire de La Séauve-sur-Semène, effectuait le même constat le 9 août 2006 : « *Le souhait du conseil municipal est de garder une configuration « commune rurale » et que l'évolution soit maîtrisée.* » Cette idée de maîtrise de la croissance démographique est tout à fait compatible avec la préservation de la ressource en eau. Le SCOT du Pays de la Jeune Loire prévient : « *Le développement de l'urbanisation dans les communes actuellement desservies par l'eau du Barrage de Lavalette et pour laquelle il n'existe pas encore de ressource de substitution (Monistrol-sur-Loire, Sainte-Sigolène, Aurec-sur-Loire, Saint-Maurice-de-Lignon, S.I.P.E.P. d'Yssingaux pour une alimentation complémentaire surtout en période estivale) devra être modéré jusqu'à la mise en place d'un dispositif satisfaisant de sécurisation.* »

Les communes plus reculées par rapport aux grands axes, connaissant des conditions climatiques plus difficiles ou des contraintes topographiques sont celles où le paysage bâti a le moins évolué : Le Mas-de-Tence, Montregard, Saint-Jeures, Saint-Julien-Molhesabate, Saint-Régis-du-Coin et Thélis-la-Combe.

Entre 1990 et 1999, l'augmentation de la construction de résidences principales est plus dispersée dans l'espace. D'une logique de grands axes autour desquelles s'articule l'activité économique, nous passons peut-être progressivement à une logique de pôles locaux. Cela peut correspondre également à une volonté de transformation de l'espace bâti au sein d'une même commune. Les communes de Sainte-Sigolène et de Tartaras sont celles où les constructions de résidences principales entre 1990 et 1999 représentent plus de 30 % par rapport à la période 1949-1999.

La disponibilité de l'eau.

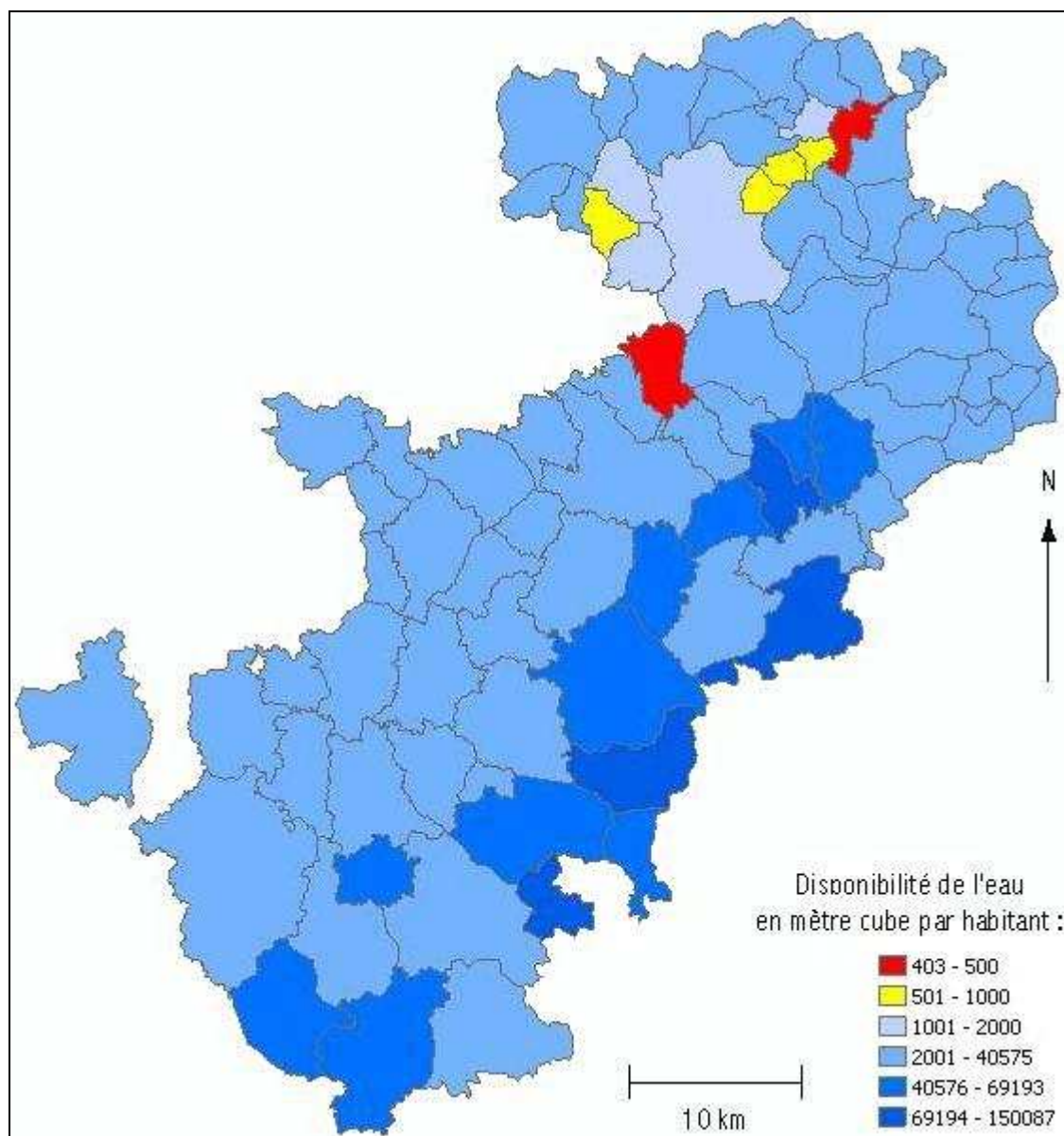


Figure 115 : La disponibilité de l'eau en m³ par habitant et par commune en 2006 (INSTITUT NATIONAL DE LA STATISTIQUE ET DES ETUDES ECONOMIQUES, METEO-FRANCE)

La disponibilité de l'eau par commune et par habitant en 2006 a été déterminée en effectuant le rapport entre la quantité d'eau précipitée par commune par an durant la période 1971-2000 et le nombre d'habitants de la commune lors du dernier recensement de l'I.N.S.E.E.). D'après J. MARGAT, les habitants se retrouvent en dessous du seuil de pénurie en eau lorsqu'ils disposent de moins de 500 m³ par an et par personne. Ils se situent en deçà du seuil de pauvreté en eau lorsqu'ils disposent de moins de 1 000 m³ par an et par personne. Sur le territoire d'étude, les communes les plus proches du département

de l'Ardèche sont les mieux pourvues en eau. Elles se situent sur des terrains élevés et les populations des communes sont faibles, en raison de la distance aux réseaux de communication. Saint-Etienne et les communes de la Vallée du Gier, peu étendues mais assez peuplées se retrouvent dans une situation de « pauvreté » et parfois de « pénurie ». Peu de communes sont toutefois concernées par cette situation délicate. Il est dès lors tout à fait concevable que nombre de ces communes aient fait bâtir des retenues artificielles pour leur alimentation en eau potable il y a plus de 150 ans maintenant.

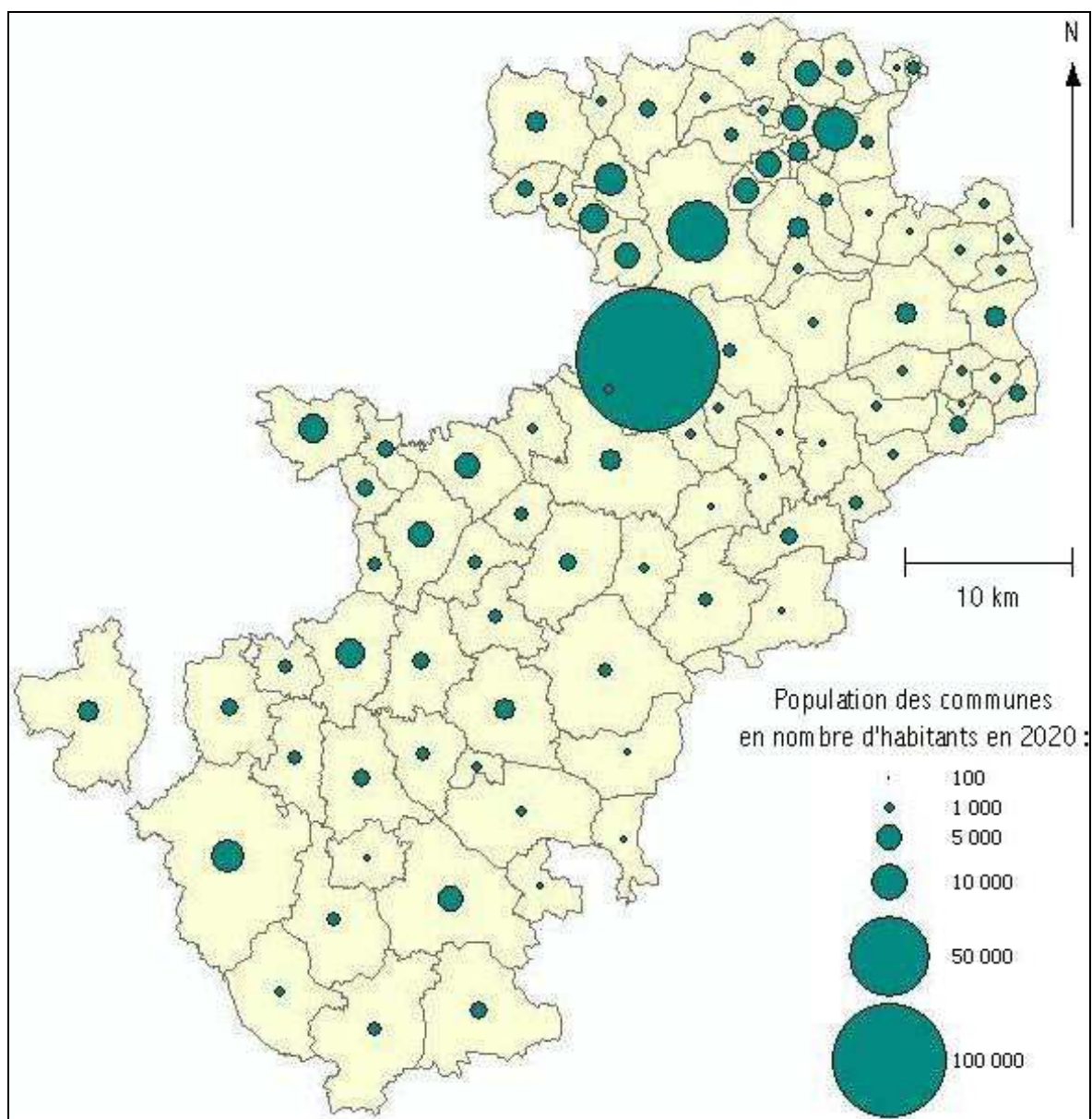


Figure 116 : La population des communes en 2020 - Projection en nombre d'habitants (INSTITUT NATIONAL DE LA STATISTIQUE ET DES ETUDES ECONOMIQUES)

Pour déterminer la population des communes à l'horizon 2020, nous avons utilisé la projection d'Excel. Pour chaque commune, nous nous sommes basés sur les recensements récents déjà effectués jusqu'à aujourd'hui (1968, 1975, 1982, 1990, 1999 et 2006). En respectant la durée qui séparait chaque recensement, nous avons déterminé l'évolution de la population à l'aide de la formule statistique qui était la mieux adaptée (régression linéaire, polynomiale, exponentielle ou puissance). Nous avons ensuite appliqué cette formule à un recensement théorique effectué en 2020. La grande majorité des communes verraient dans ce cas leur population augmenter. Les communes de la Haute-Loire situées près des grands axes de communication (Vallée de la Loire, RN 88) se transformeraient peu à peu en de véritables petites villes si aucun frein (politique locale, caractéristiques topographiques) ne vient perturber cette évolution. Nous avons tenté d'appliquer la même méthode pour déterminer la population en 2050 mais nous nous sommes retrouvés devant des communes entièrement dépeuplées... Même si l'exode rural a laissé des traces profondes dans le Massif Central, il est peu probable que des communes soient laissées à l'abandon d'ici 2050, surtout dans un secteur proche de grandes agglomérations.

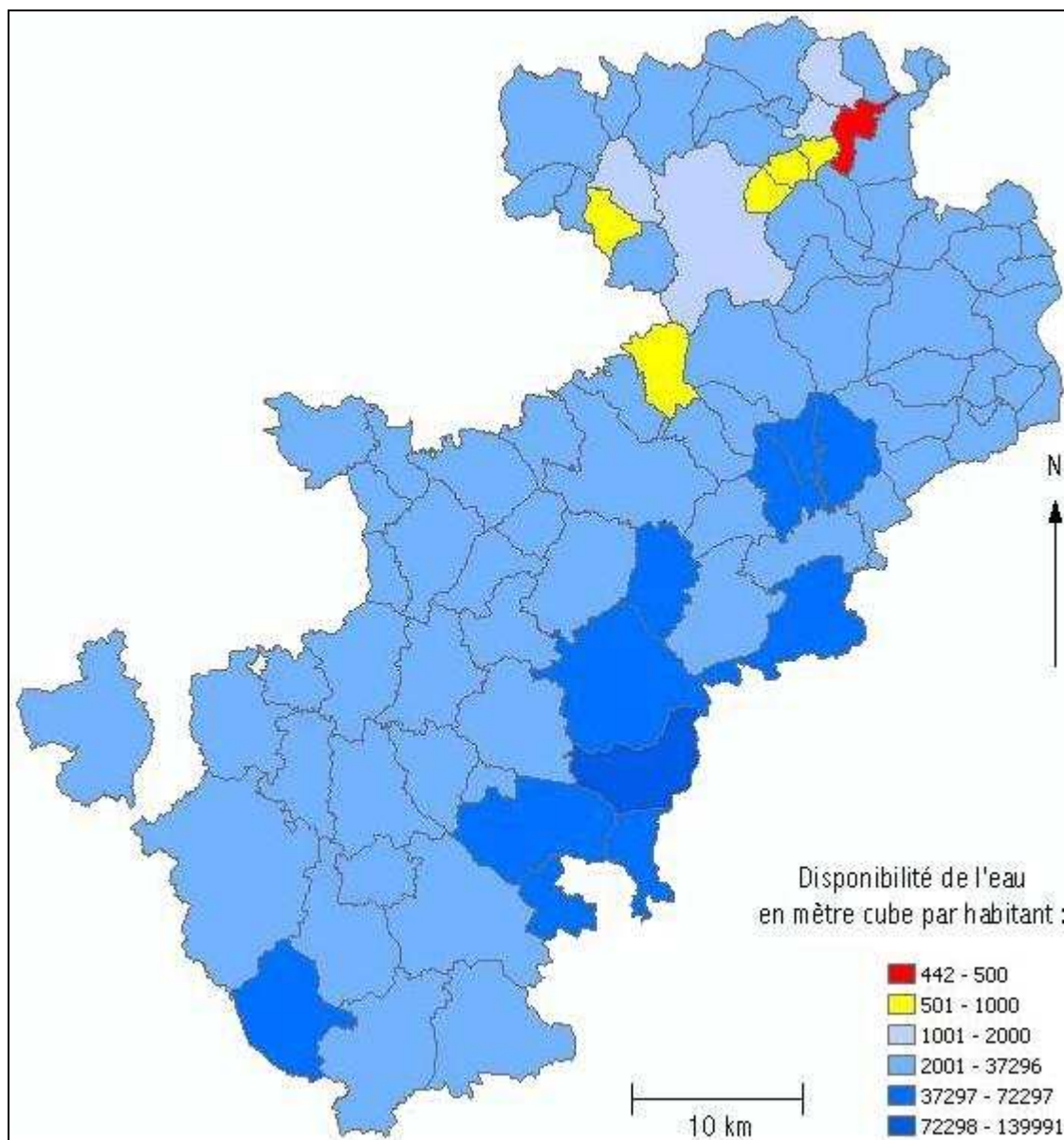


Figure 117 : La disponibilité de l'eau en m³ par habitant et par commune en 2020 (INSTITUT NATIONAL DE LA STATISTIQUE ET DES ETUDES ECONOMIQUES, METEO-FRANCE)

En ce qui concerne la disponibilité en eau à l'horizon 2020, les données seraient comparables à la situation actuelle. La croissance démographique, si elle peut être très importante sur certaines communes qui passeraient de 2 500 à 4 000 habitants, ne remet pas en cause la disponibilité de l'eau. Les communes de la Vallée du Gier (Rive-de-Gier en particulier) sont toujours les plus concernées par la rareté de l'eau mais la situation n'incite pas au pessimisme.

D'un point de vue démographique, plusieurs tendances s'observent. L'est de la couronne stéphanoise, certes densément peuplé, est assez peu dynamique. La population s'accroît près de la Vallée de la Loire. Les communes situées près de la limite

administrative Haute-Loire / Ardèche sont peu peuplées et ne parviennent à enrayer le déclin que depuis une dizaine d'années. Si la croissance démographique apporte souvent rajeunissement et dynamisme économique, elle est à modérer. Quels sont les coûts engendrés, l'impact environnemental et comment réévaluer les besoins en eau ? L'eau est disponible naturellement, peut-être moins si l'on considère que l'évapotranspiration en utilise la moitié et que l'écoulement des cours d'eau est très irrégulier. Au niveau économique, quelle est l'évolution du secteur agricole sur le territoire d'étude ? Quelles peuvent être les répercussions de cette évolution sur l'utilisation de la ressource en eau ?

Chapitre 2 : L'évolution des secteurs agricole et industriel

2.1 L'évolution du nombre d'exploitations entre 1988 et 2000

Mise à part la commune des Villettes (+ 25 %), les 91 autres communes du territoire d'étude ont vu leur nombre d'exploitations diminuer entre 1988 et 2000 (voir figure n°119 page 233). La forte baisse du nombre d'exploitations peut s'expliquer tant par un changement d'orientation économique d'un territoire, par la nécessité d'un remembrement ou par un abandon des terrains exploités. Les communes qui ont perdu plus de la moitié du total de leurs exploitations sont relativement bien regroupées. Le poids démographique joue dans les secteurs de L'Etrat, de La Talaudière, de La Tour-en-Jarez, de Lorette, de Rive-de-Gier et de Sorbiers. Les communes de Pélussin, Roisey, Saint-Appolinard, Saint-Michel-sur-Rhône, Vérin et Véranne sont en progression démographique constante, surtout près des bords du Rhône.

Les communes du Pilat rhodanien, de la couronne stéphanoise et de Thélis-la-Combe sont les communes qui ont le plus perdu d'exploitations entre les deux recensements. D'un côté, les techniques se perfectionnent et la nécessité de morceler le territoire ne s'impose plus, de l'autre la périurbanisation grignote peu à peu les terrains agricoles. « *La compétition pour la terre entre agriculteurs, villes, industries et voies de transport se solde régulièrement par l'élimination des agriculteurs.* » (J. BETHEMONT, 1972).

Les plateaux du Pilat et du Velay, la Vallée du Gier apparaissent au contraire comme des secteurs où le nombre d'exploitations parvient à résister. Parfois, la demande de terrains de la part des autres activités économiques est faible, parfois l'agriculture traditionnelle conserve sa place économique dans le paysage. Une baisse du nombre d'exploitations ne signifie pas pour autant une perte de territoire. Seule l'évolution de la S.A.U. entre les deux recensements pourrait le confirmer. Un terrain non entretenu et une forte baisse du nombre d'exploitations se traduit par une modification progressive des conditions d'écoulement sur le bassin versant.

L'abandon de l'exploitation signifie une pression moindre sur la ressource, bien que cela dépende surtout de l'intensité de l'utilisation de l'exploitation. Il signifie aussi un délaissement des structures de captage et de dérivation, qui conduit à une baisse de la potentialité de rétention en eau. En 1972, J. BETHEMONT observait déjà le phénomène de

remembrement, de la mécanisation de l'agriculture avec une certaine inquiétude :
« *L'évolution actuelle de l'agriculture accroît le risque d'érosion. L'arboriculture et la viticulture laissent le sol meuble et nu, donc fragile. La motorisation accroît le danger : les instruments de labour divisent la terre plus finement que par le passé. Elle exige le regroupement des terres en vastes parcelles, sur lesquelles le ruissellement prend de l'ampleur. »*



Photo 19 : Ferme abandonnée au Clos Rond, à Saint-Martin-la-Plaine (Y. BENMALEK, 12.03.2005)

Même au cœur des coteaux du Jarez, il est possible de trouver trace d'un patrimoine ancien et abandonné. Ce patrimoine est le témoin d'une ancienne activité et d'exploitations plus réduites mais à l'heure actuelle les moyens de production exigent plus de productivité et une superficie plus importante. On est passé d'une utilisation de l'eau par gravité à l'irrigation, à l'arrosage par aspersion, au goutte à goutte et à la protection des cultures par filets. Le patrimoine ancien (terrasses, systèmes hydrographiques) se retrouve aussi dans les autres vallées, telles que le Couzon, la Déôme et le Gier et les hauts plateaux vellaves.

2.2 L'occupation du sol de la Surface Agricole Utilisée par commune

L'agriculture est une activité économique majeure dans l'utilisation de la ressource en eau. C'est aussi l'une des activités où le contrôle des prélèvements sur la ressource est le plus difficile à estimer en raison des apports météoriques. Dans l'industrie, le prélèvement

de l'eau est plus aisément quantifiable. L'estimation de la Surface Agricole Utilisée par commune nous permet de relever les secteurs où l'agriculture exerce une forte pression sur la ressource, là où elle est l'activité majeure (voir figure n°121 page 235).

Le sud des Monts du Lyonnais apparaît comme un secteur à très forte dominante agricole. Toutes les communes concernées ont une S.A.U. qui occupe au moins la moitié de la superficie de la commune, parfois jusqu'à plus de 80 % comme à Fontanès. Cette forte proportion laisse peu de place aux autres activités, et peut s'avérer comme un frein non négligeable face à la poussée de la périurbanisation. C'est un secteur-clé de l'économie locale, proche des marchés stéphanois et lyonnais.

Parmi les communes où la S.A.U. approche la moitié de leur superficie, il y a les communes de la moyenne Vallée du Gier, de la Vallée du Couzon, Bourg-Argental, et surtout une majorité de communes des plateaux vellaves. L'agriculture traditionnelle y est encore présente, mais elle doit partager l'espace avec l'industrie et le domaine résidentiel.

Les communes où l'emprise au sol de la S.A.U. est en équilibre avec les autres activités économiques, soit entre 20 et 40 %, sont les communes du Pilat, des vallées de la Semène et de la Dunières. Le dynamisme de ces communes dépend de la bonne santé de l'ensemble des activités.

Lorette, Saint-Bonnet-le-Froid, Saint-Etienne, Thélis-la-Combe et Véranne sont les communes où la S.A.U. occupe moins de 20 % du sol, laissant la place au milieu urbain, à l'industrie ou à la forêt.

2.3 La part des terres labourables sur la superficie de la commune

C'est une donnée importante par rapport à la présence ou l'absence de cultures et par rapport aux risques d'érosion (voir figure n°120 page 234). Les coteaux du Jarez (Fontanès, Saint-Joseph) sont particulièrement sensibles à la régularité des apports en eau du fait de la présence des nombreux vergers sur les deux communes. Avec 60 % du territoire communal qui est cultivé, les enjeux sont importants.

Les hauts plateaux du Pilat et leurs prolongements occidentaux, le plateau péluissinois et la basse Vallée du Gier sont aussi des lieux de cultures étendues. Les hautes terres volcaniques du Meygal et du Lizieux, et la zone centrale du Pilat sont faiblement labourables. Terres reculées et parfois difficiles d'accès, ces hautes terres ne sont pas nourricières et sont donc consacrées à l'élevage.

Sur les coteaux du Jarez la **surface toujours en herbe** est importante. Cette double occupation du sol, partagée entre agriculture et élevage, se traduit par une saturation du sol et par une forte productivité. Une bonne alimentation en eau est vitale pour faire tourner l'économie mais elle ne doit pas avoir lieu au détriment de la qualité de l'eau. Sur les plateaux pélussinois, pilatois et vellave, la présence d'une surface toujours en herbe est plus discrète.

Le nombre d'agriculteurs par commune n'a pas de relation directe apparente avec l'évolution des exploitations par commune sur notre secteur d'étude (voir figure n°118 page 232). Le C.E.R.A.M.A.C. considère qu'une région où la population agricole est supérieure à 25 % est un « *bastion agricole* », alors qu'une région où la population agricole est inférieure à 20 % est une « *montagne sans paysans* ».

Les communes qui comptent le plus d'agriculteurs sont aussi celles qui ont connu la plus forte baisse démographique depuis 1968, à l'exception de Saint-Romain-en-Jarez où l'agriculture est beaucoup plus intensive. Les communes qui comptent le plus d'agriculteurs sont Chenereilles, Colombier, Graix, Saint-Jeures, Saint-Julien-Molhesabate, Saint-Régis-du-Coin et Thélis-la-Combe. Ce sont des communes de moins de 500 habitants et particulièrement isolées. En 1984, Burdignes, Colombier-sous-Pilat, Graix et Thélis-la-Combe comptaient plus de 50 % d'agriculteurs parmi les actifs de la commune.

Sur notre territoire d'étude, les agriculteurs n'exercent pas un métier très attractif. Quel peut être l'avenir de la profession ?

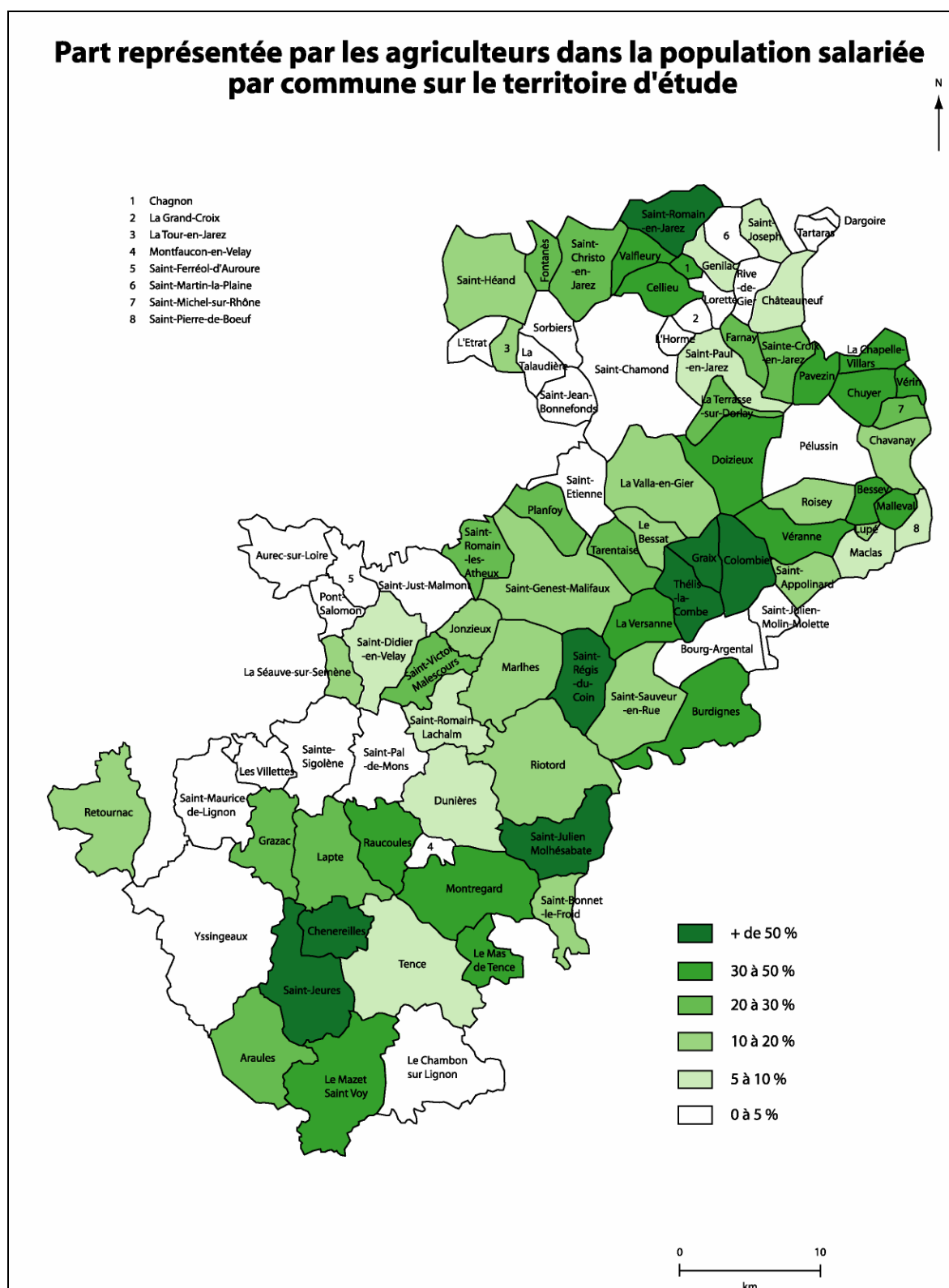


Figure 118 : Part représentée par les agriculteurs dans la population salariée par commune sur le territoire d'étude (I.N.S.E.E)

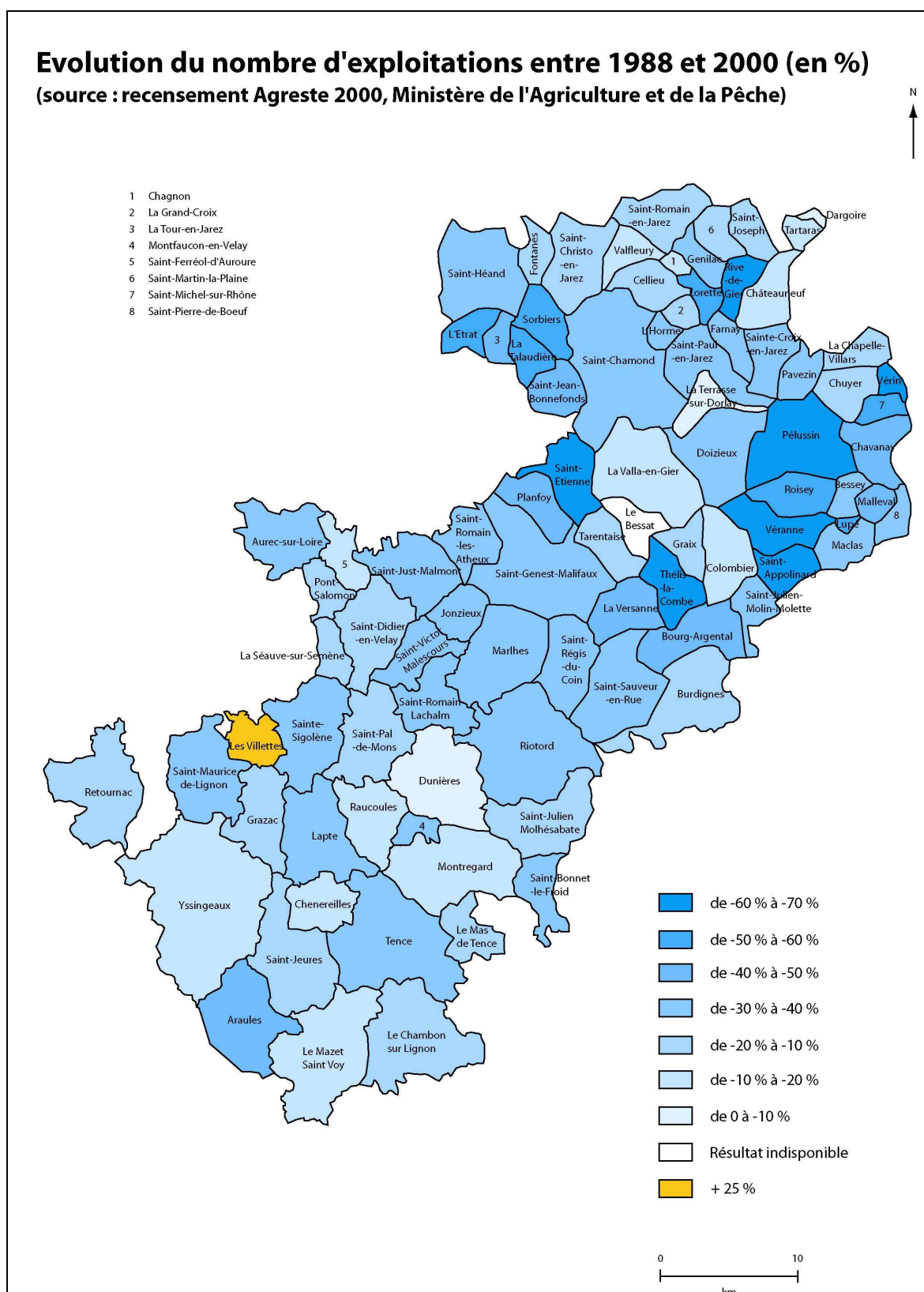


Figure 119 : Evolution du nombre d'exploitations entre 1988 et 2000 (en %) (Recensement Agreste 2000, Ministère de l'Agriculture et de la Pêche)

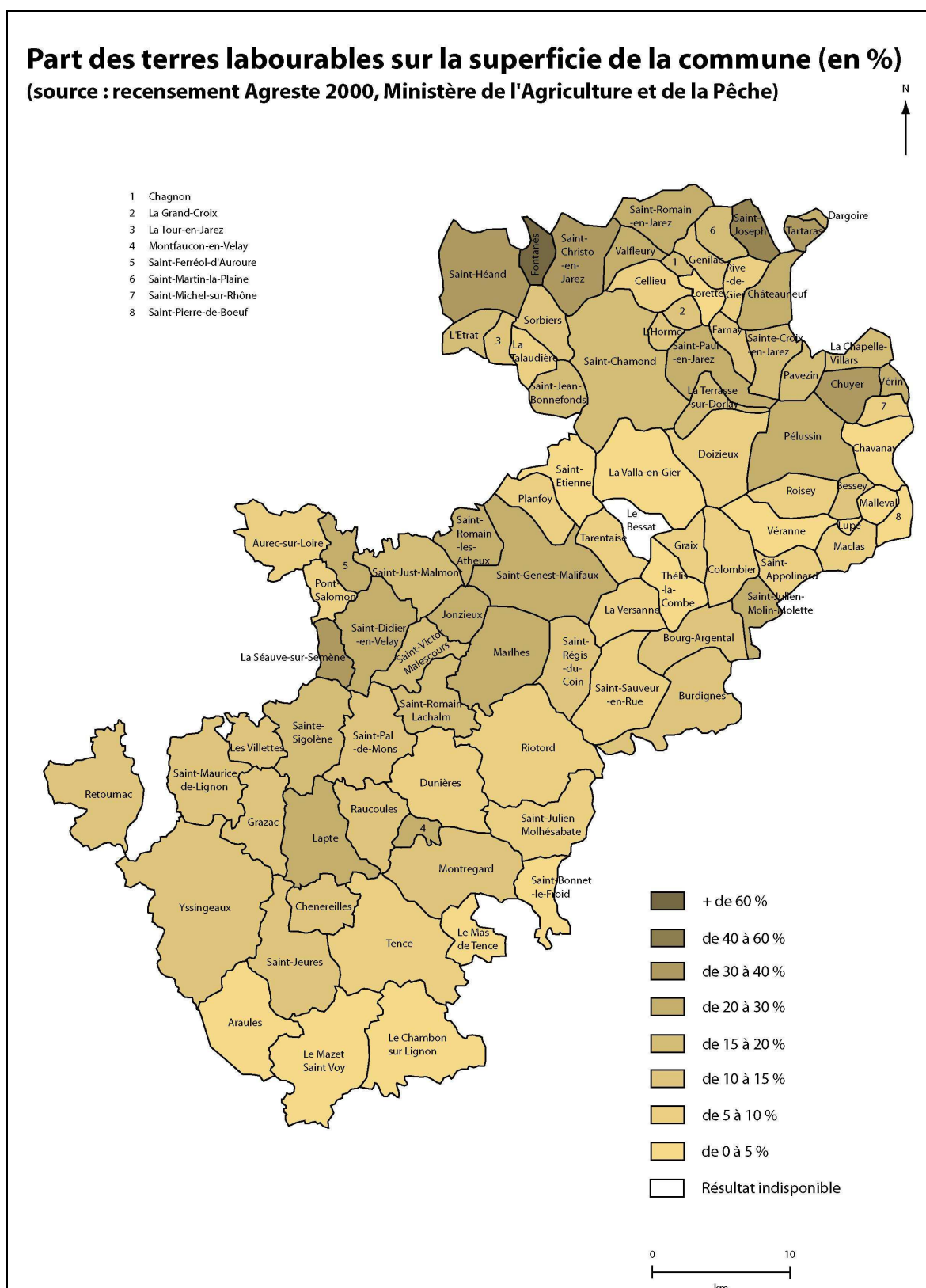


Figure 120 : Part des terres labourables sur la superficie de la commune (en %) (Recensement Agreste 2000, Ministère de l'Agriculture et de la Pêche)

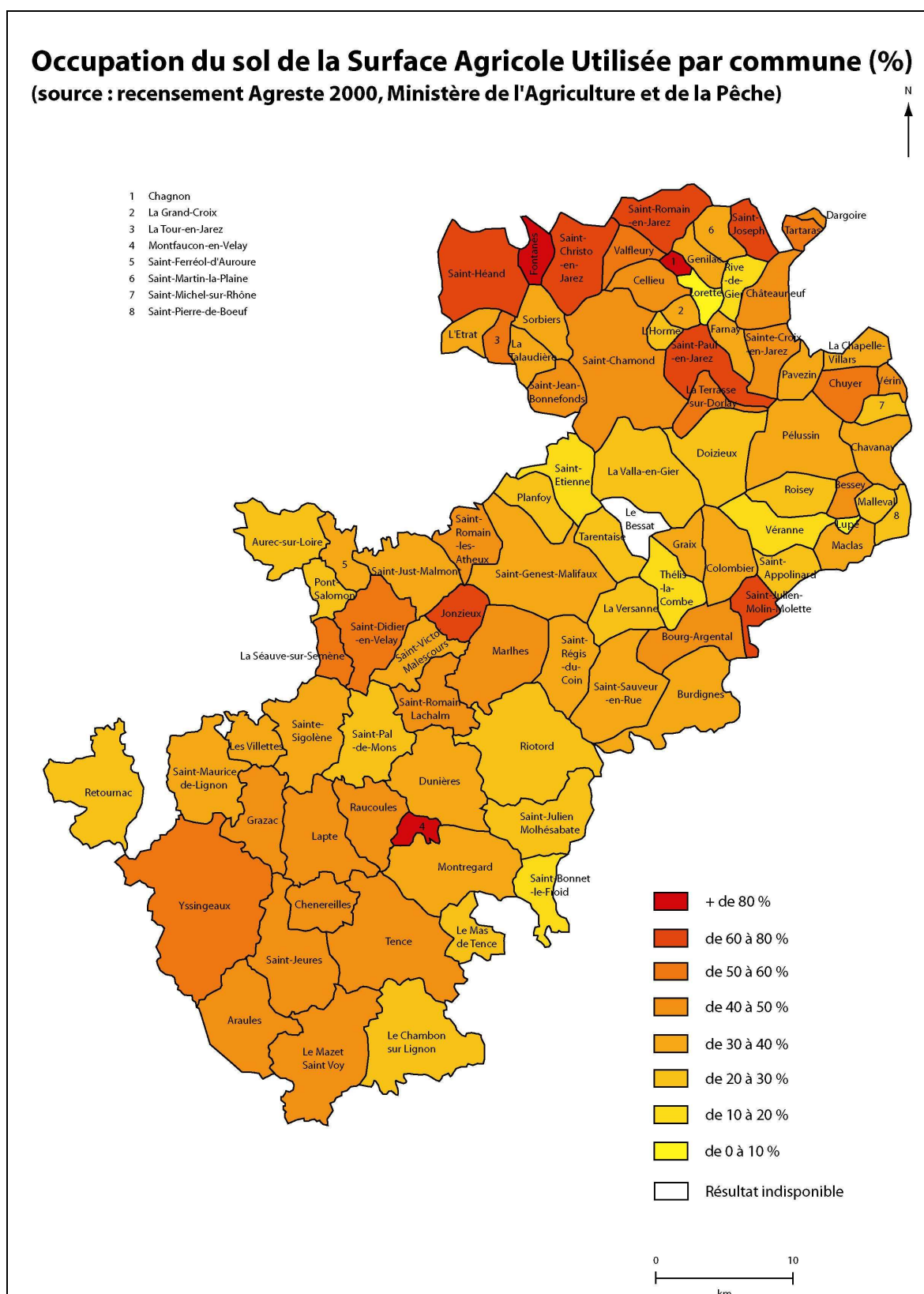


Figure 121 : Occupation du sol de la Surface Agricole Utilisée par commune (en %) (Recensement Agreste 2000, Ministère de l'Agriculture et de la Pêche)

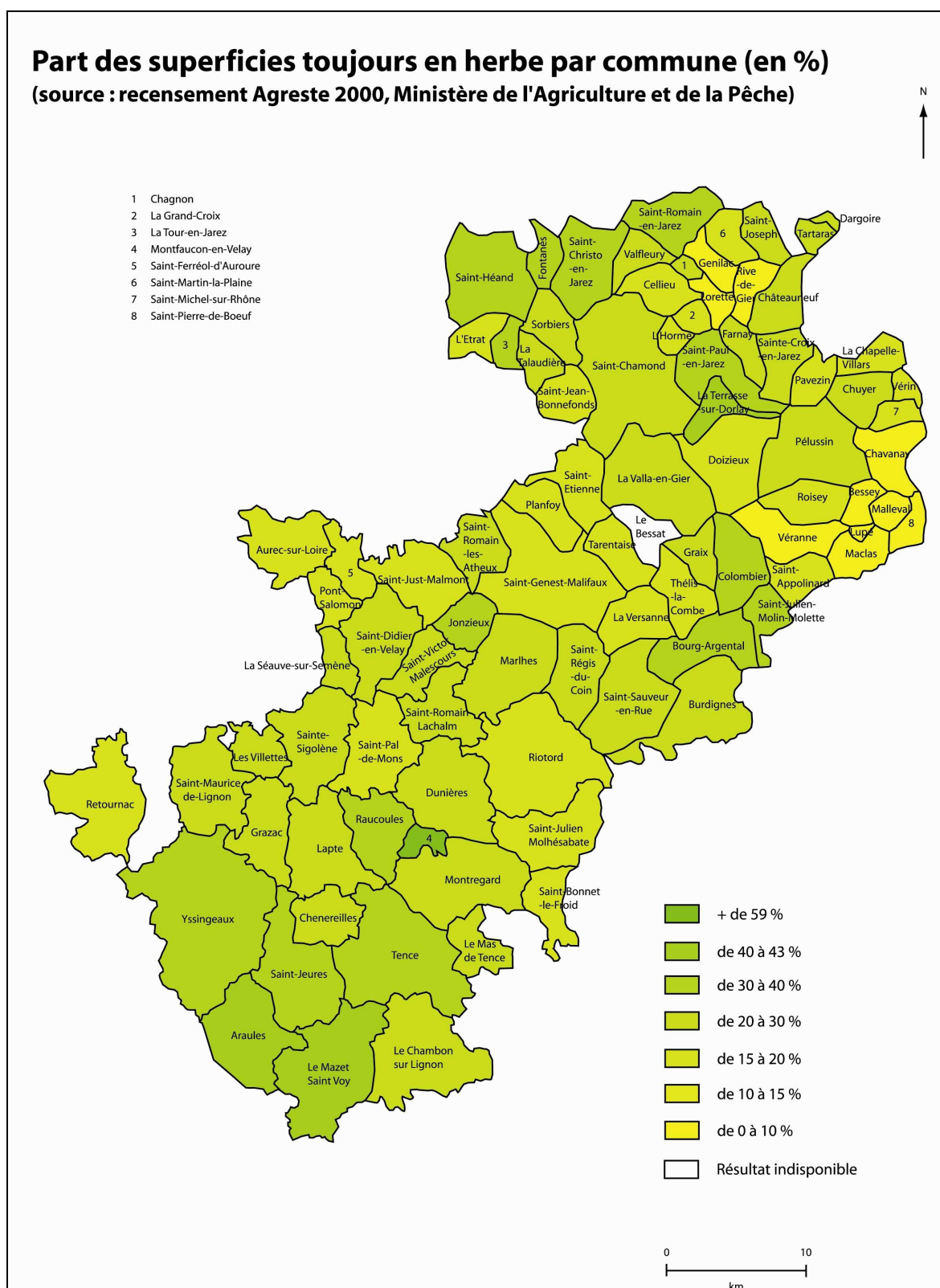


Figure 122 : Part des superficies toujours en herbe par commune (en %) (Recensement Agreste 2000, Ministère de l'Agriculture et de la Pêche)

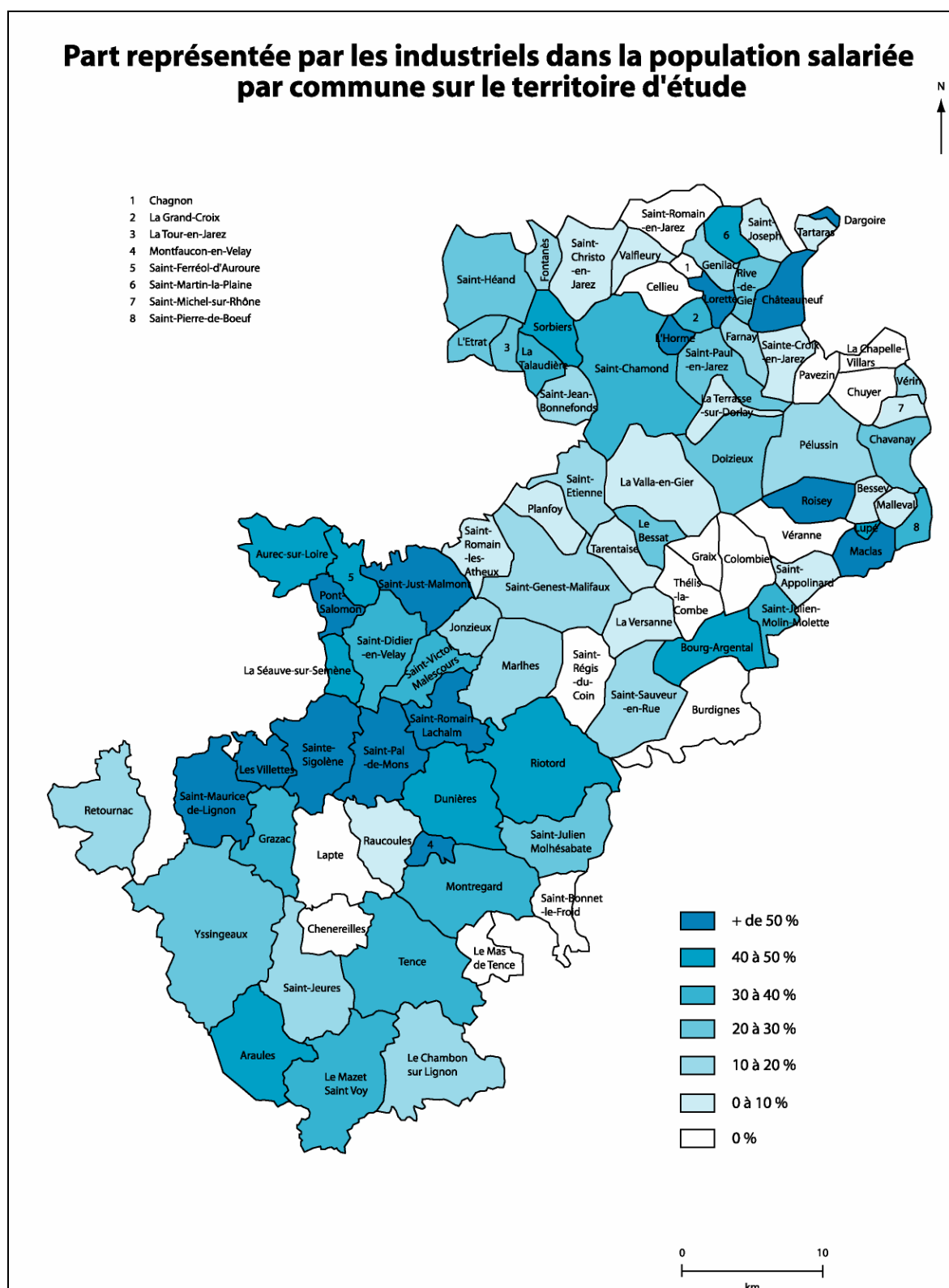


Figure 123 : Part représentée par les industriels dans la population salariée par commune sur le territoire d'étude (I.N.S.E.E)

Nous ne comptabilisons à ce jour que le **nombre d'actifs industriels par commune**. Plus encore que pour l'agriculture, l'activité industrielle n'exige pas une résidence à proximité et il aurait été plus judicieux de pouvoir comptabiliser les travailleurs industriels là où ils travaillent et non là où ils résident (voir figure n°123 page 237).

Ces valeurs sont plus proches de l'évolution de la population depuis 1968. La région de Sainte-Sigolène (de Pont-Salomon à Yssingeaux) et l'industrie du plastique est attractive. *« L'agglomération lyonnaise apparaît comme la capitale économique des principaux foyers industriels situés en moyenne montagne incluant Saint-Etienne. C'est une tradition ancienne pour toute la bordure orientale du Massif Central et la Haute-Loire. Dans les montagnes peu industrialisées, les emplois industriels ne représentent presque jamais 30% des emplois. L'industrie n'occupe qu'une place faible ou nulle lorsqu'elle représente moins de 15 % des emplois. »* (C.E.R.A.M.A.C., 1997).

L'impact de cette évolution sur la ressource en eau fait partie des problématiques les plus difficiles à résoudre. L'industrie de transformation est présente dans la Vallée du Gier et sur le plateau pélussinois. Il est difficile de pouvoir éviter l'incident qui est de nature occasionnelle, parfois par accident, parfois par négligence. Les cas de pollution de ce type sont fréquents sur des cours d'eau comme l'Ondaine ou la Semène.

Au fil du temps, l'agriculture s'est spécialisée, regroupée, concentrée. Autrefois lieu de vie, symbole d'un monde rural autosuffisant, l'agriculture extensive et peu mécanisée ne résiste plus que dans certains secteurs reculés du Pilat et du Velay. Dans le Sud des Monts du Lyonnais, une forte S.A.U., traduisant une bonne santé économique, a peut-être limité l'emprise de la périurbanisation. Un poids politique fort y retarde aussi la construction de l'autoroute A 45. Ce sont deux facteurs favorables à la préservation de la ressource en eau. Le prix est un levier économique incontestable. Après avoir été l'objet de nombreuses discussions, quelle est la valeur de l'eau potable aujourd'hui ?

Chapitre 3 : Prix et consommation de l'eau potable

3.1 Le prix de l'eau potable

En 2004, au niveau européen, le prix de l'eau s'échelonnait de 0,68 € en Italie à 4,53 € au Danemark. Il était de 3 € en 2004. D'après l'I.F.EN., 10 % des communes facturaient le mètre cube d'eau à moins de 1,3 € et 10 % le facturaient à plus de 4 €. En 2007, d'après l'I.F.EN., le prix de l'eau moyen dans le Département de la Loire était de 3,5 € et de 2,3 € dans le Département de la Haute-Loire

D'après une étude du C.R.ED.O.C. publiée le 5 mars 1997, 58 % des Français ignoraient le montant de leur facture d'eau. Le prix de l'eau est-il moins élevé en ville ou à la campagne ? Le prix de l'eau sur le territoire de l'Agence Loire-Bretagne était de 3,18 € / m³ en 2006. 10 % des communes avaient un tarif supérieur à 4,33 € / m³.

En 1990, 75 % des Français ne connaissaient pas le prix de l'eau. En 1995, 76 % des Français ignoraient le montant de leur facture d'eau. « *Les régies sont les moins chères. [...] En milieu rural, l'eau ne peut être vendue aussi cher qu'en zone urbaine. [...] Un retour des services en régie s'opère actuellement et neuf fois sur dix, c'est une motivation politique plus qu'économique.* » (AGROPOLIS, 2003).

Le prix de l'eau est composé de plusieurs éléments :

- le prix de la fourniture d'eau potable (43 % en moyenne en France)
- le prix de la collecte et du traitement des eaux usées (31 %)
- la redevance versée aux Agences de l'Eau (17 %)
- la T.V.A à hauteur de 5,5 % (10 %).
- la redevance assainissement

Le F.N.D.A.E. contribuait autrefois à financer les extensions des réseaux d'alimentation en eau potable notamment envers des zones non encore desservies.

Troisième partie : L'évolution des besoins en eau depuis les trente dernières années

Communes	Population en 1999 (hab.)	Prix de l'eau au m ³ (pour 120 m ³ consommés, consommation de référence définie par l'I.N.S.E.E.) en €	Abonnement eau moyen en €	Agence de l'Eau en €	TTC en €
Araules	607	0,6	40		0,91
Aurec-sur-Loire	4894				1,64
Burdignes	342	1,24	83,6		
Chambon-sur-Lignon	2642	0,48	57,4	0,04	2,09
Châteauneuf	1445	0,3535	60,162		1,9357
Chenereilles	244	0,6	55		1,05
Colombier	269	0,58	51,82		
Dargoire	410		47,9		2,1654
Doizieux	652	2,36	91,47	0,29	3,98
Dunières	2945	0,52			1,81
Farnay	1138	1,6	91,47	0,29	
Genilac	3104	1,6763	23,02		
Grazac	728	0,52			1,76
Jonzieux	1039	0,75	70,14	0,186	1,83
La Séauve-sur-Semène	1097	1,354			2,53
La Terrasse-sur-Dorlay	654	1,6	91,47	0,29	
La Valla-en-Gier	741	0,8	57		
La Versanne	324	0,4	100		
Lapte	1253	0,52			1,47
Les Villettes	853				1,42
Lorette	4843	1,2339	19,65		
Marlhes	1305	0,67	45,94	0,15	
Mas-de-Tence	150	0,6	55		1,05
Mazet Saint-Voy	1032	0,535	51		1,07
Montfaucon-en-Velay	1207	0,52			1,83
Montregard	593	0,52			1,6
Planfoy	852	0,82	12,36		
Pont-Salomon	1661	0,5		0,294	1,83
Raucoules	751	0,52			1,34
Saint-Appolinard	526	0,5551	65,88	0,13	1,3245
Saint-Bonnet-le-Froid	194				1,29
Saint-Didier-en-Velay	2890				2,42
Sainte-Croix-en-Jarez	351	1,45	42,69		
Sainte-Sigolène	5432				1,66
Saint-Ferréol-d'Auroure	2047				1,9
Saint-Jeures	782	0,55	32,72		0,76
Saint-Julien-Molhesabate	196	0,7	48,5		0,9
Saint-Julien-Molin-Molette	1136	1,09	78		
Saint-Just-Malmont	3957				1,83
Saint-Martin-la-Plaine	3432	1,93		0,37	
Saint-Maurice-de-Lignon	1800				1,84
Saint-Michel-sur-Rhône	638	0,36			
Saint-Pal-de-Mons	1748				1,75
Saint-Romain-en-Jarez	929	1,8011	68,82		2,4935
Saint-Romain-les-Atheux	816	0,56	39,6		
Saint-Sauveur-en-Rue	1105	0,97	30		
Saint-Victor-Malescours	673	0,75	66,48	0,046	1,58

Communes	Population en 1999 (hab.)	Prix de l'eau au m ³ (pour 120 m ³ consommés, consommation de référence définie par l'I.N.S.E.E.) en €	Abonnement eau moyen en €	Agence de l'Eau en €	TTC en €
Tarentaise	412	0,97	25	0	
Thélis-la-Combe	146	0,91	64,03		
Yssingaux	6498				1,7

Tableau 31 : Le prix de l'eau par commune et ses différentes composantes (année 2004)

Nous disposons de renseignements sur le prix de l'eau pour 49 communes sur 92. Le prix T.T.C. du m³ consommé est connu pour 31 communes sur 92. Hormis Doizieux, qui facture le prix du m³ consommé à près de 4 €, 5 communes facturent au-delà de 2 € le mètre cube : La Séauve-sur-Semène et Saint-Didier-en-Velay qui sont deux communes voisines, Dargoire, Le Chambon-sur-Lignon et Saint-Romain-en-Jarez. Les 7 communes qui facturent l'eau T.T.C. le moins cher sont des communes de Haute-Loire peu peuplées, parmi les plus au sud de notre territoire d'étude : Araules, Chenereilles, Le Mas-de-Tence, Le Mazet-Saint-Voy, Saint-Bonnet-le-Froid, Saint-Julien-Molhesabate et Saint-Jeures. L'eau serait-elle moins cher plus éloignée des grandes agglomérations, plus facile à traiter du fait d'une meilleure qualité et de transferts entre bassins versants inexistantes ?

En ce qui concerne le prix de l'eau brut pour une consommation annuelle de 120 m³, nous disposons de renseignements pour 38 communes sur 92. Les 7 communes qui facturent le mètre cube d'eau brut le plus cher sont proches géographiquement : il s'agit de Doizieux, Farnay, Genilac, La Terrasse-sur-Dorlay, Saint-Martin-la-Plaine et Saint-Romain-en-Jarez. La part relative à l'abonnement annuel est très variable et pèse très nettement sur la facture totale. L'abonnement s'échelonne de 12,36 € à Planfoy à 100 € à La Versanne. Ce sont deux réseaux en régie communale, sur des terrains pentus. Le tarif de l'abonnement ne dépendrait donc pas des conditions géographiques du lieu déterminé. Cependant le coût des abonnements annuels des communes des plateaux vellaves, autour de 50 €, est à peu près similaire. Pour mieux exploiter les données sur le prix de l'eau, comme les données sur la consommation, il faudrait pouvoir disposer de données supplémentaires. Celles-ci ne sont pas toujours aisément disponibles.

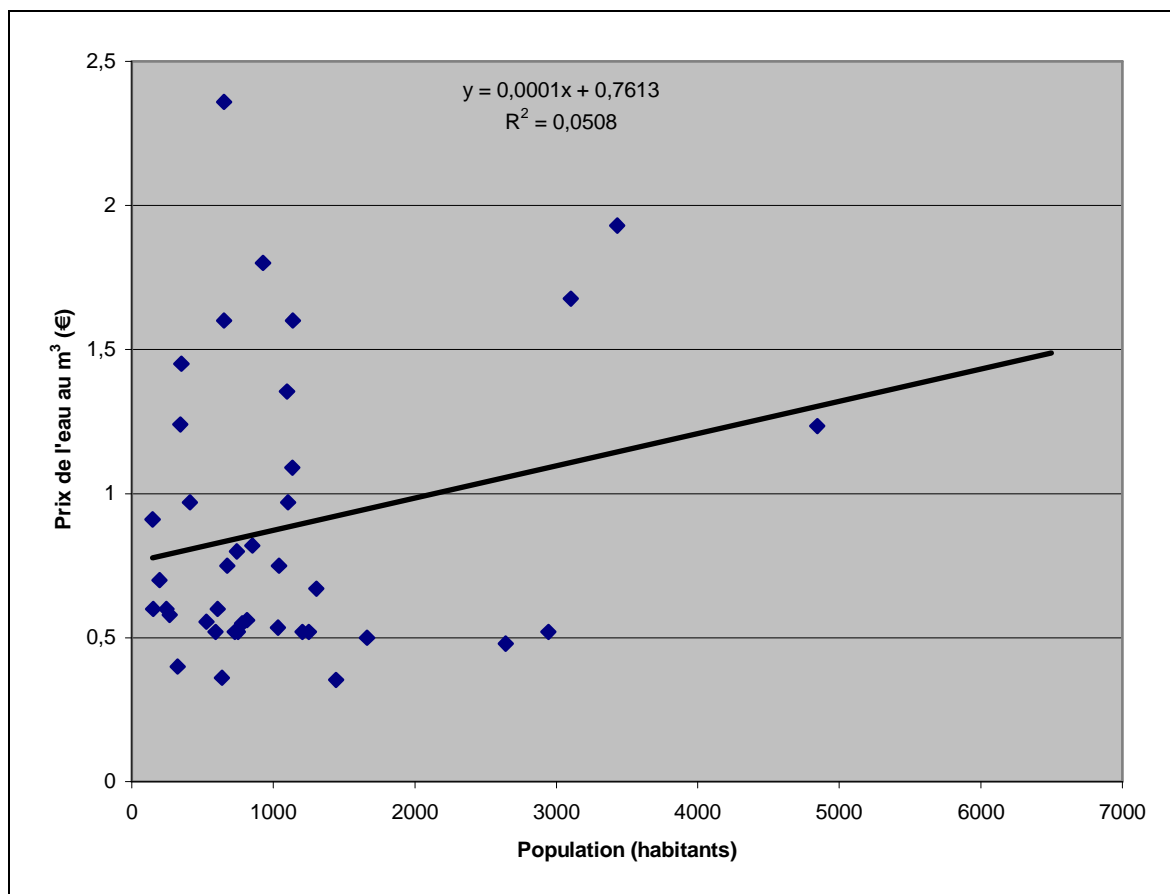


Figure 124 : Rapport entre le prix de l'eau au m³ en 2004 et la population des communes en 1999 (I.N.S.E.E.)

Le territoire d'étude compte très peu de communes urbaines, au sens de la définition de l'I.N.S.E.E. (2 000 habitants agglomérés). Même si le prix de l'eau à Saint-Etienne, commune de près de 170 000 habitants, est l'un des plus élevés de France, la figure n°124 page 242 permet de constater qu'il n'y a aucun rapport entre le prix de l'eau et le nombre d'habitants d'une commune. L'état du réseau (taux de rendement), les nécessités d'intervention sur le réseau d'alimentation en eau potable et le mode de gestion sont des facteurs déterminants dans l'évolution du prix de l'eau.

3.2 La consommation de l'eau potable par commune

En 1979, l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne estimait que « *la consommation des villes du bassin doublera d'ici vingt ans, les besoins en irrigation seront multipliés par quatre, alors que les quantités globales nécessaires à l'industrie se sont stabilisées grâce*

au recyclage. » 265 M m³ d'eau étaient utilisés en 1979 pour les besoins en eau potable des principales villes du bassin, soit 72,6 % des 365 M m³ d'eau consommés dans le bassin Loire-Bretagne. Sur ce territoire, en 1990, la consommation moyenne par habitant était de 49 m³ (134 litres / habitant / jour). L'eau était distribuée par 146 collectivités, 28 syndicats intercommunaux. Elle provenait de 406 points souterrains et de 19 points en surface. En France, en 1991, la consommation par an et par habitant s'élevait à 75,4 m³ (206,6 litres / habitant / jour). En 1993, elle s'élevait à 71,65 m³ (196,3 litres / habitant / jour).

En 2004, d'après l'I.F.EN., la consommation d'eau était de 165 litres par habitant et par jour. Elle s'élevait à 239 litres par habitant et par an dans la région Provence-Alpes-Côte-d'Azur et à 112 litres dans la région Nord-Pas-de-Calais. Aujourd'hui, l'Académie de l'Eau¹⁴ considère que « la consommation minimale pour les besoins fondamentaux les plus essentiels est de 40 à 60 litres par personne et par jour, soit le tiers de la consommation habituelle de 150 litres par jour et par personne dans les pays industrialisés. » Connaissions-nous notre consommation d'eau ? Les résultats sont partagés. D'après une étude du C.R.ED.O.C. publiée le 5 mars 1997, 85 % des Français ne connaissaient pas le volume de leur consommation d'eau.

D'après la consultation départementale « L'eau à votre avis » réalisée en Haute-Loire en 2003, 84 % des personnes qui ont répondu au questionnaire estiment connaître le volume d'eau consommé chaque année dans leur foyer.

Communes ou Réseau	Consommation en m ³ selon les années					Abonnés en 2004	Pop. (1999)	Volume consommé en m ³ / Nombre d'habitants
	2000	2001	2002	2003	2004			
Aurec-sur-Loire			231403				4 895	47,27
Burdignes					10896		342	31,86
Cellieu-Chagnon	88503	84866	84322	99 472			1877	53,00
Chambon-sur-Lignon (Le)					177000		2642	66,99
Chenereilles					22604	231	242	93,4
Colombier				10356	9378	108	269	34,86
Doizieux + Farnay + La Terrasse-sur-Dorlay		87667	94781	98681		971	2437	40,49
Fontanès	39067	32859	41136	51436		229	576	89,3
Genilac	131792	128512	131799	137898			3104	44,43
Grazac				50701 (2/2002 à 2/2003)			728	69,64
Jonzieux			51649	54280			1038	52,29

¹⁴ « Créée en 1993 à l'initiative du Ministère de l'Environnement et des 6 Comités de Bassin français. Elle a pour mission d'organiser une mission prospective et interdisciplinaire dont doit bénéficier la gestion des ressources en eau », d'après <http://www.academie-eau.org/>

Troisième partie : L'évolution des besoins en eau depuis les trente dernières années

Communes ou Réseau	Consommation en m ³ selon les années					Abonnés en 2004	Pop. (1999)	Volume consommé en m ³ / Nombre d'habitants
	2000	2001	2002	2003	2004			
La Ricamarie			380000				8438	45,03
La Talaudière	341004	327739	329964	345629			6700	51,59
La Valla-en-Gier				25390			741	34,26
La Versanne			9202	11141	8933		324	34,36
Lapte				92723 (9/2002 à 10/2003)	81501	900	1253	65,04
Les Villettes			42110 (8/2001 à 7/2002)	53060 (8/2002 à 7/2003)	45 432	567	851	53,39
Lorette	390872	409507	460778	410852			4843	84,83
Marlhes			73000	75453			1305	57,82
Mazet Saint-Voy (Le)					73087	883	1028	71,1
Montfaucon-en-Velay				68133 (6/2002 à 5/2003)			1207	56,45
Montregard				30604 (10/2002 à 9/2003)			594	51,52
Pont-Salomon					47198	746	1664	28,36
Raucoules				40026 (11/2002 à 10/2003)			751	53,30
Rive-de-Gier (+ partiellement Châteauneuf, Saint-Joseph et Saint-Martin-la-Plaine)	913 670	900 223	949 567	900 075	869 087			
S.I. Rhône-Pilat	416 262	446 075	416 138	600 013			7191	83,44
Saint-Appolinard	27801	31054		32212			526	61,24
Saint-Christo-en-Jarez + Valfleury	71700	64616	76577	80904	86879		1881	43,01
Sainte-Croix-en-Jarez					41019	192	351	116,86
Sainte-Sigolène				254499 (2/2002 à 1/2003)			5432	46,85
Saint-Jean-Bonnefonds			301000		289201	2750	6089	47,50
Saint-Jeures					60733		782	77,66
Saint-Julien-Molhesabate					19166		196	97,79
Saint-Julien-Molin-Molette					59603	573	1132	52,65
Saint-Martin-la-Plaine					81010		3424	23,66
Saint-Maurice-de-Lignon				131957 (5/2002 à 4/2003)			1803	73,19
Saint-Romain-en-Jarez	31781	33510	36671	39061			926	42,18
Saint-Romain-les-Atheux					43114		816	52,84
Saint-Sauveur-en-Rue					38825		1105	35,14
Saint-Victor-Malescours					100294		673	149,03
Stéphanoise des Eaux	16000000							83
Syndicat des Eaux de la Semène			708128	750704			14906	50,36
Tarentaise					18746 (8/2003 à 7/2004)		412	45,5
Thélis-la-Combe					659	10	146	4,51

Communes ou Réseau						Abonnés en 2004	Pop. (1999)	Volume consommé en m ³ / Nombre d'habitants
	2000	2001	2002	2003	2004			
Yssingeaux					572208	3 607	6492	88,14

Tableau 32 : Evolution de la consommation en eau potable par commune ou regroupements de communes et moyenne de la consommation en eau potable par habitant (I.N.S.E.E.)

Sur le tableau n°32 page 244, quelques résultats paraissent aberrants. Les valeurs de Saint-Victor-Malescours et de Sainte-Croix-en-Jarez paraissent excessives.

Les communes de Chenereilles et de Saint-Julien-Molhesabate affichent des valeurs élevées. Les valeurs observées pour Pont-Salomon et pour Saint-Martin-la-Plaine demandent confirmation. Pour le petit village de Thélis-la-Combe, de nombreux hameaux isolés ne sont pas raccordés au réseau d'approvisionnement en eau potable de la commune, pour des raisons de coût et de contrainte démographique. Ceci explique le faible rapport abonnés / nombre d'habitants altère ainsi la valeur des relevés.

Les communes de Saint-Jeures, du Chambon-sur-Lignon, Lapte et le Mazet-Saint-Voy ont un rapport consommation en eau potable / habitant deux fois supérieur aux communes de Burdigues, Colombier, La Valla-en-Gier et La Versanne. L'évolution démographique de ces deux secteurs géographiques s'inscrit plutôt légèrement à la baisse depuis 1990. L'évolution de la population a donc un impact moindre sur la consommation de l'eau potable. Compte tenu des conditions d'accès à l'ensemble des habitations, il est possible que les communes de Haute-Loire citées dans ce paragraphe soient mieux reliées au réseau d'alimentation en eau potable que les communes ligériennes, plus pentues. Le chiffre de consommation en eau potable des communes ligériennes serait peut-être sous-estimé par rapport à la population totale. Enfin, ces communes de Haute-Loire connaissent une fréquentation estivale supérieure aux communes de la Loire ici mentionnées, ce qui fait que l'utilisation de l'eau en été serait plus importante. Pour valider cette hypothèse, il nous faudrait pouvoir établir les données mensuelles de consommation en eau potable.

La qualité de la distribution de l'eau potable dans les collectivités dépend aussi de l'état du réseau. Le réseau est globalement mieux entretenu en milieu urbain qu'en milieu rural. La remise en état de ce réseau permet de limiter nettement les pertes.

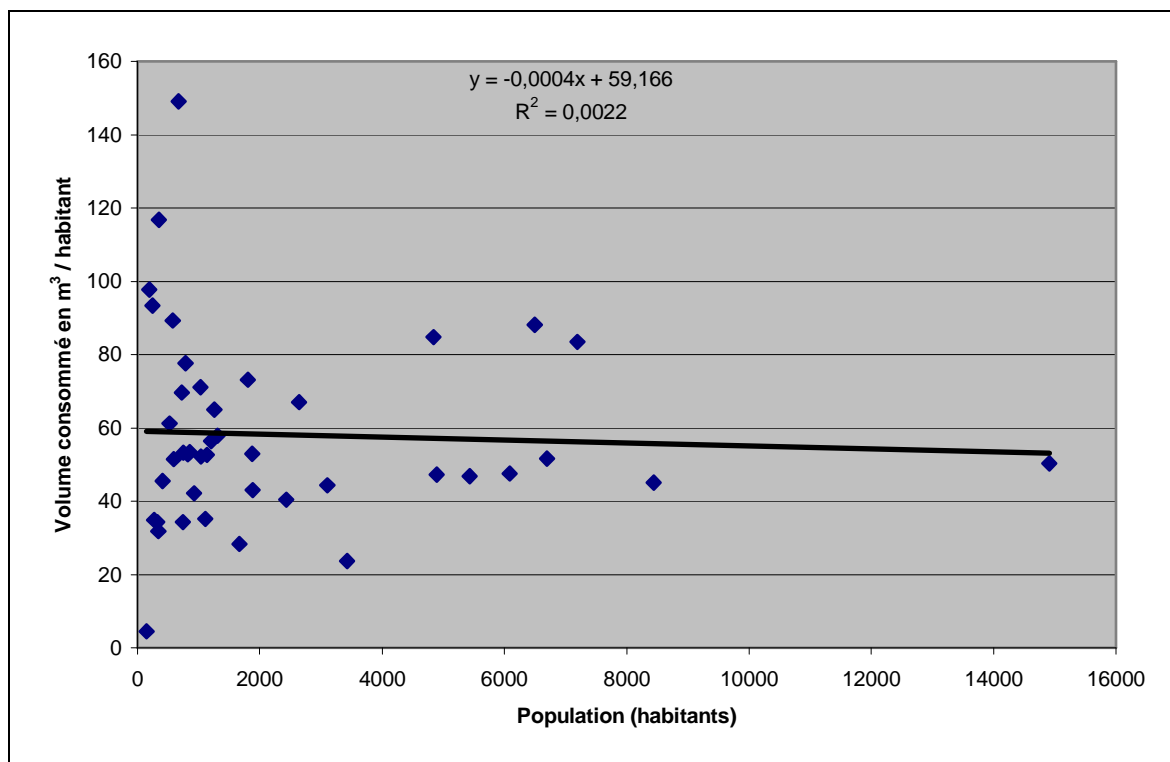


Figure 125 : Rapport entre le Volume consommé en m³ entre 2000 et 2004 et le nombre d'habitants en 1999 (I.N.S.E.E.)

Nous avons tenté de mettre en relation le nombre d'habitants par communes ou par structures intercommunales avec le volume consommé. La figure n°125 page 246 montre qu'il n'y a pas de relation entre le volume consommé et le nombre d'habitants : les habitants d'une commune rurale ne consomment pas plus ou moins que les habitants d'une commune urbaine. Nous pouvons ainsi émettre l'hypothèse que les modes de consommation de l'eau ne sont pas très différents entre ville et campagne aujourd'hui.

Communes ou Réseau	Volume consommé en m ³ / Nombre d'habitants	Agriculture (%)	Industrie (%)	Construction (%)	Tertiaire hors commerce (%)	Commerce (%)
Aurec-sur-Loire	47,27	1,41	43,82	2,82	35,35	16,59
Burdignes	31,86	36,36	15,91	20,45	22,73	4,55
Cellieu-Chagnon	53,00	36,51	0,00	15,35	36,51	11,62
Chambon-sur-Lignon (Le)	66,99	2,40	12,41	8,81	64,36	12,01
Chenereilles	93,4	54,55	0,00	27,27	9,09	9,09
Colombier	34,86	70,18	0,00	0,00	29,82	0,00
Doizieux + Farnay + La Terrasse-sur-Dorlay	40,49	25,63	15,13	3,36	45,80	10,08
Fontanès	89,3	25,93	11,11	22,22	37,04	3,70
Genilac	44,43	5,97	10,45	16,92	59,70	6,97
Grazac	69,64	22,22	30,56	16,67	27,78	2,78
Jonzieux	52,29	16,07	17,86	3,57	57,14	5,36

Troisième partie : L'évolution des besoins en eau depuis les trente dernières années

Communes ou Réseau	Volume consommé en m ³ / Nombre d'habitants	Agriculture (%)	Industrie (%)	Construction (%)	Tertiaire hors commerce (%)	Commerce (%)
La Ricamarie	45,03	0,35	25,89	6,91	39,00	27,85
La Talaudière	51,59	0,49	39,51	6,60	44,39	9,02
La Valla-en-Gier	34,26	16,11	2,68	5,37	73,15	2,68
La Versanne	34,36	41,67	8,33	8,33	33,33	8,33
Lapte	65,04	21,82	38,18	7,27	32,73	0,00
Les Villettes	53,39	3,03	56,06	16,67	19,70	3,30
Lorette	84,83	1,89	51,93	9,05	28,56	8,58
Marlhes	57,82	14,97	11,76	5,35	61,50	6,42
Mazet Saint-Voy (Le)	71,1	32,05	33,33	1,28	26,92	6,41
Montfaucon-en-Velay	56,45	3,91	55,93	7,25	27,34	5,58
Montregard	51,52	41,67	30,56	13,89	11,11	2,78
Pont-Salomon	28,36	3,21	61,48	4,49	17,98	12,84
Raucoules	53,30	31,82	9,09	22,73	36,36	0,00
S.I. Rhône-Pilat	83,44	10,36	19,22	7,76	50,75	11,91
Saint-Appolinard	61,24	18,64	8,47	25,42	35,59	11,86
Saint-Christo-en-Jarez + Valfleury	43,01	32,43	9,73	17,57	29,46	10,81
Sainte-Croix-en-Jarez	116,86	28,57	9,52	0,00	52,38	9,52
Sainte-Sigolène	46,85	1,15	56,74	8,17	28,89	5,05
Saint-Jean-Bonnefonds	47,50	3,39	12,50	11,48	64,20	8,43
Saint-Jeures	77,66	62,86	14,29	2,86	17,14	2,86
Saint-Julien-Molhesabate	97,79	61,54	23,08	0,00	15,38	0,00
Saint-Julien-Molin-Molette	52,65	4,90	33,09	2,21	52,70	7,11
Saint-Martin-la-Plaine	23,66	1,12	43,69	6,71	39,44	7,83
Saint-Maurice-de-Lignon	73,19	4,26	50,35	12,06	31,21	2,13
Saint-Romain-en-Jarez	42,18	54,90	0,00	10,46	29,41	5,23
Saint-Romain-les-Atheux	52,84	28,57	9,52	0,00	61,90	0,00
Saint-Sauveur-en-Rue	35,14	16,95	15,93	5,76	56,95	4,41
Saint-Victor-Malescours	149,03	23,76	39,60	3,96	28,71	3,96
Tarentaise	45,5	27,27	9,09	9,09	36,36	18,18
Yssingeaux	88,14	3,50	27,68	6,01	52,14	10,67

Tableau 33 : Rapport entre la consommation d'eau potable par habitant et les Catégories Socio-Professionnelles des habitants de 49 communes en 1999 (I.N.S.E.E.)

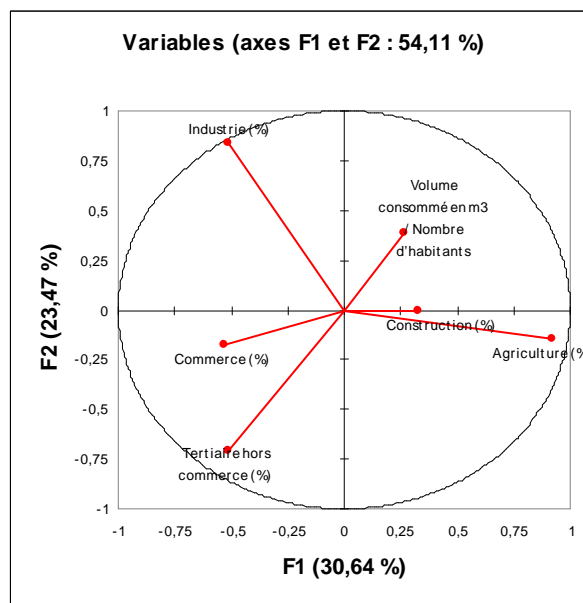


Figure 126 : Analyse en Composantes Principales réalisée à partir du Rapport entre la consommation d'eau potable par habitant et les Catégories Socio-Professionnelles des habitants de 49 communes en 1999 (I.N.S.E.E.)

A partir du Rapport entre la consommation d'eau potable par habitant et les Catégories Socio-Professionnelles des habitants de 49 communes en 1999 (voir figure n°126 page 248), nous avons réalisé une Analyse en Composantes Principales. La liste des communes est trop exhaustive pour pouvoir être exposée sur cette figure. Sont donc uniquement mentionnés les C.S.P. par commune en 1999 et le rapport au Volume consommé par habitant en m^3 par an en 2004. Les deux dates sont séparées de 5 ans mais il aurait été difficile d'estimer avec précision le nombre d'habitants en 2004 par commune, ou de retrouver les chiffres de consommation en eau potable de 1999. Compte tenu des nombreux interlocuteurs possibles (mairies, syndicats intercommunaux, compagnie de gestion et de distribution de l'eau potable), nous n'avons pas obtenu le volume consommé par an et par habitant sur la totalité du territoire d'étude. Il s'agit ici d'un échantillon représentatif d'un peu plus de la moitié du territoire. Les communes sont très différentes les unes des autres dans leur composition économique. Il y a des communes avec majorité d'actifs agricoles, ou industriels, ou dans la construction, ou dans le tertiaire (commerce compris). Les communes qui comptent beaucoup d'habitants employés dans la construction sont les communes où le volume d'eau potable consommé par habitant est le plus élevé. Les communes d'agriculteurs, d'industriels ou de commerçants se situent dans la même catégorie. Les communes d'employés du tertiaire sont les communes où le volume d'eau potable consommé par habitant est le plus faible.

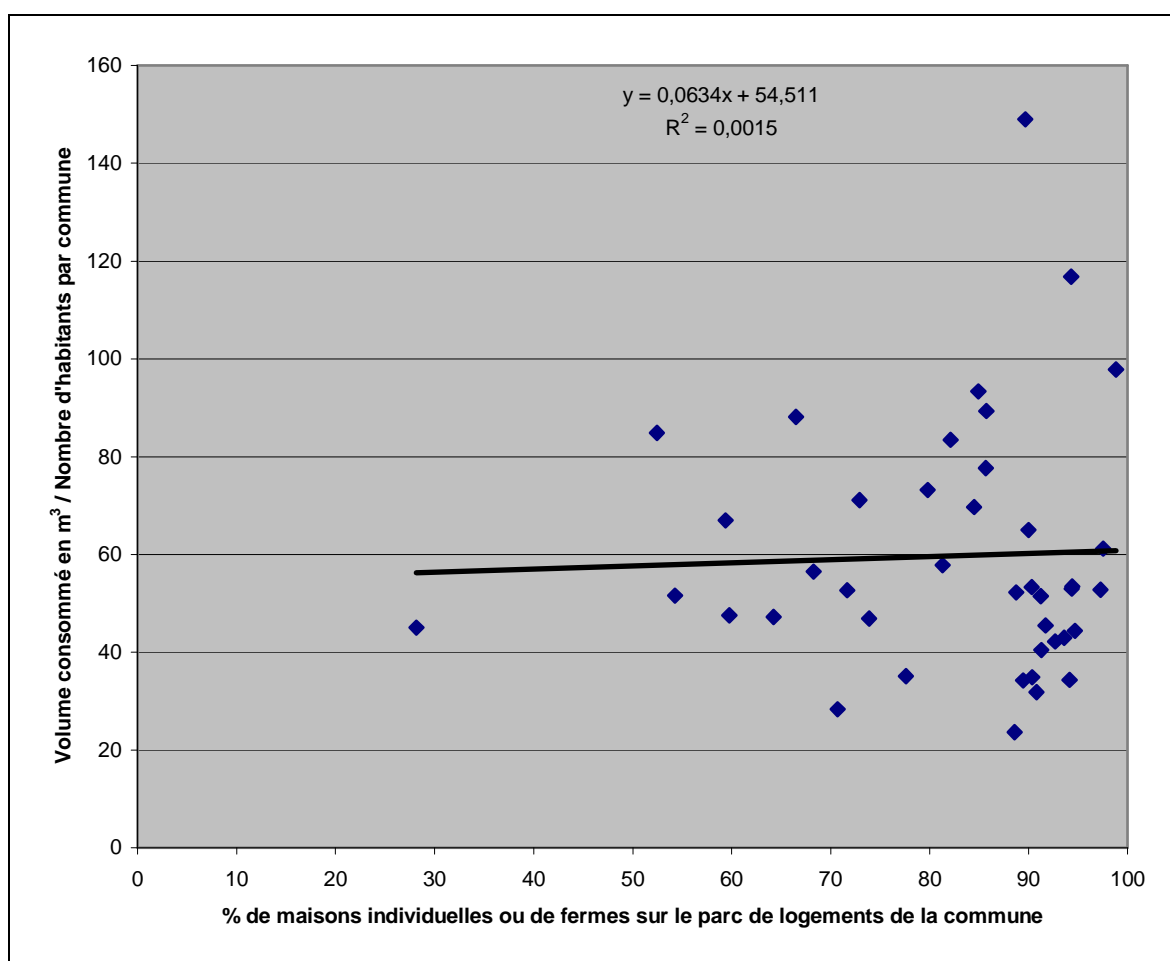


Figure 127 : Rapport entre le volume consommé en m³ par an et par habitant et le pourcentage de maisons individuelles ou de fermes sur le parc de logements de la commune (I.N.S.E.E.)

Nous avons aussi tenté de mettre en relation le Rapport entre le volume consommé en m³ par an et par habitant et le pourcentage de maisons individuelles ou de fermes sur le parc de logements de la commune (I.N.S.E.E.). Notre hypothèse était qu'il pouvait y avoir augmentation du volume consommé par habitant en fonction du type de logement, notamment dans les lotissements, les maisons individuelles ou les fermes. L'occupation de l'espace par l'habitant est supérieure et les activités qui peuvent utiliser l'eau potable peuvent être plus nombreuses que dans le cadre de logements à l'hôtel, en chambre ou plus généralement en immeuble. La figure n°127 page 249 indique qu'il n'y a aucun rapport entre le type de logements et le volume consommé. Elle précise néanmoins qu'il y a un grand nombre de maisons individuelles ou de fermes par commune. Le pourcentage est quasiment toujours supérieur à 50 % et pour plus de la moitié des observations, il atteint 80 %. Ce n'est pas un résultat surprenant en milieu rural.

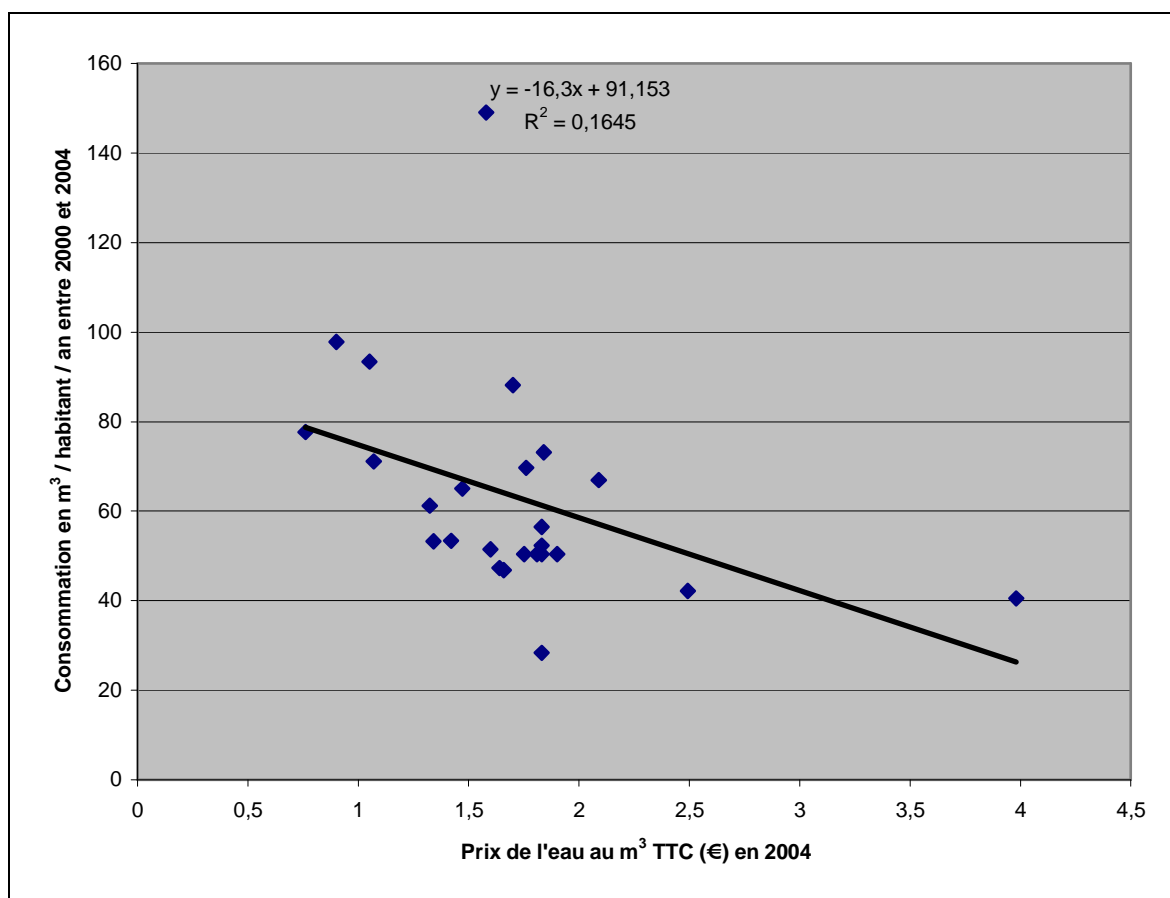


Figure 128 : Rapport entre le Prix de l'eau au m³ TTC en 2004 et la Consommation en m³ / habitant entre 2000 et 2004 (DONNEES COMMUNALES)

Sur la figure n°128 page 250, le coefficient de détermination ne permet pas de démontrer une relation entre le prix de l'eau et le niveau de la consommation. Si nous prenons en compte deux valeurs extrêmes, la grande majorité des observations indique une consommation comprise entre 40 et 80 m³ par habitant et par an en 2004, avec un prix TTC compris entre 1 et 2 € le m³. La moyenne de consommation de 150 litres par habitant et par jour correspond à une consommation de 54,75 m³ par habitant et par an. Nous pouvons émettre l'hypothèse logique d'une certaine tendance à la baisse de la consommation en fonction du prix.

Le rendement des réseaux d'alimentation en eau potable. Les communes rurales ne disposent pas toujours d'un réseau offrant le meilleur rendement. La quantité distribuée serait ainsi largement supérieure à la quantité consommée.

D'une année à l'autre, les résultats peuvent être en nette amélioration si les travaux de remise en état du réseau ont été effectués. Les taux de rendement relevés pour l'année 2003 étaient compris entre 63 et 89 %. Cela dit, il manque de nombreuses informations à ce sujet.

3.3 La qualité de l'eau potable distribuée par commune

Si la norme de qualité de l'eau potable est dépassée, cela ne veut pas dire pour autant que l'eau est impropre à la consommation mais il s'agit d'un signal d'alarme. Le traitement d'une eau conforme est moins coûteux pour la collectivité. La prévision sur la qualité des eaux future est très difficile dans la mesure où le niveau de pollution des sols est encore fort méconnu. L'instauration de périmètres de protection et l'acquisition de ce terrain dans ce cadre est l'une des seules garanties contre la contamination future des eaux de distribution. C'est un gage de fiabilité pour la qualité des eaux des grandes villes, d'autant plus que les contrôles annuels sont effectués beaucoup plus fréquemment qu'en milieu rural. Si une unité de distribution ne dessert que 500 abonnés, seulement 2 à 4 contrôles de potabilité sont réalisés par an par les services sanitaires.

Une réglementation relativement récente. Depuis 1994, le Maire de la commune doit afficher les résultats des analyses, sur la base des documents transmis par le Préfet de la D.D.A.S.S. Doivent être mentionnés l'organisation de la distribution ; l'origine de l'eau ; la qualité de l'eau à travers les paramètres microbiologiques, les nitrates, le fluor, les pesticides, la dureté, les recommandations par rapport au plomb ; les observations particulières.

Depuis 1996, les communes de plus de 3 500 habitants doivent tenir à disposition du public un rapport sur l'eau et sur l'assainissement. L'arrêté du 10 juillet 1996 a imposé que dès le 1^{er} janvier 1998, une synthèse des analyses effectuées par la D.D.A.S.S. sur chaque réseau de distribution d'eau potable doit être adressée aux habitants des communes et des établissements publics de coopération intercommunale de plus de 30 000 habitants en même temps que leur facture d'eau. Depuis le 1^{er} janvier 1999, cette synthèse doit être adressée aux habitants des communes de plus de 10 000 habitants. Le coût de ces analyses était en 1998 de 0,33 € par an et par habitant à Saint-Etienne, de 0,46 à 1,07 € par an et par habitant d'une commune de 500 habitants.

Le maire ou le Président du syndicat est responsable de la qualité de l'eau et il en supporte la charge financière. Il informe la D.D.A.S.S. de tout dépassement de normes et tout évènement pouvant avoir une incidence sur la qualité des eaux. La D.D.A.S.S. organise les contrôles et l'exploitation des résultats, sous l'autorité du Préfet. Compte tenu du morcellement administratif, et de la disparité entre les pouvoirs financiers des communes ligériennes et surtout altiligériennes, le poids financier des analyses de qualité de l'eau est parfois très élevé dans le budget communal. L'eau potable est un domaine particulier dans la mesure où le consommateur n'a pas le choix du produit. Le client est donc sensible au goût et à la qualité de l'eau distribuée.

La situation en France. La qualité de l'eau distribuée est un sujet des plus sensibles lorsque l'on sait que 20 % de la population mondiale n'a pas accès régulièrement à l'eau potable et que 40 % de la population mondiale ne bénéficie pas de structures d'assainissement en état.

Entre 1991 et 1993, 12,72 % des Français ont bu une eau non-conforme sur au moins un paramètre, soit 7,2 millions de personnes. D'après le Ministère de la Santé et des Affaires Sanitaires et Sociales, au moins 84 % des Français ont bu en 2002-2003 une eau en permanence conforme aux normes sanitaires.

En 1997, la D.D.A.S.S. a réalisé 4 600 prélèvements sur le Département de la Loire. 6,5 % des analyses n'étaient pas conformes aux normes.

Sur le territoire d'étude. Le magazine L'Express a publié les résultats des analyses concernant les unités de distribution d'au moins 5 000 habitants entre 1993 et 1995. Sur notre territoire d'étude, les normes ont été dépassées dans les communes suivantes du Département de la Loire :

- en streptocoques fécaux : Firminy, L'Horre, La Ricamarie, La Talaudière, Le Chambon-Feugerolles, Rive-de-Gier, Saint-Chamond et Saint-Etienne.
- en aluminium : Firminy, Saint-Etienne et Unieux.

En 2002, la D.D.A.S.S. de la Haute-Loire a révélé que les communes de Sainte-Sigolène et de Saint-Maurice-de-Lignon connaissaient une contamination bactériologique des eaux occasionnelle. Les communes de Montfaucon-en-Velay et du Mazet-Saint-Voy subissaient une contamination bactériologique régulière.

Troisième partie : L'évolution des besoins en eau depuis les trente dernières années

Communes	N.F.U.	pH	Conductivité à 25° C (µs/cm)	Bact.aér. revivifiables à 22°-68 ou 72 h	Bact.aér. revivifiables à 37°-24 h ou 36°-44 h	Entérocoques / 100 ml-MS (n/100 ml)	Date du prélèvement
Le Bessat	0.1	6.95	40	1	1	0	07/08/2003
Burdignes	-	-	-	31	5	0	05/08/2003
Le Chambon-sur-Lignon	< 0.1	7.3	236	0	0	0	08/07/2003
Le Chambon-sur-Lignon	0.1	5.2	30	0	1	0	08/07/2003
Le Chambon-sur-Lignon	1.9	6.6	69	-	-	-	08/07/2003
Le Chambon-sur-Lignon	< 0.1	7.3	231	0	0	0	22/07/2003
Le Chambon-sur-Lignon	0.3	7.65	238	1	1	0	22/07/2003
Chenereilles	0.1	7.75	193	2	0	-	12/05/2003
Colombier-sous-Pilat	1.2	6.5	46	10	5	0	08/07/2003
Lapte	0.3	7.45	123	25	4	0	07/07/2003
Marlhes	0.6	6.55	47	20	1	20	22/07/2003
Montfaucon-en-Velay	0.2	6.9	99	15	1	0	18/08/2003
Pont-Salomon	0.2	7.6	218	240	100	0	15/07/2003
Riotord	0.2	5.75	41	40	4	1	18/08/2003
Riotord	0.2	5.95	40	50	5	1	18/08/2003
Riotord	0.3	6.7	60	300	100	1	18/08/2003
Riotord	0.2	6.05	284	300	300	100	18/08/2003
Saint-Appolinard	0.25	7.75	42	4	1	0	24/12/2003
Saint-Didier-en-Velay	0.3	7.9	248	40	30	0	07/07/2003
Saint-Didier-en-Velay	0.4	7.25	252	7	0	0	21/07/2003
Saint-Didier-en-Velay	0.2	7.2	228	1	1	0	25/08/2003
Saint-Ferréol-d'Aurore	0.2	7.75	219	4	1	1	15/07/2003
Saint-Julien-Molhesabate	0.3	5.15	24	0	-	-	19/05/2003
Saint-Just-Malmont	0.6	7.5	265		0	0	12/08/2003
Saint-Julien-Molin-Molette	1.2	7.1	39	5	1	0	22/07/2003
Saint-Julien-Molin-Molette	0.35	8.25	72	73	7	0	11/08/2003
Saint-Maurice-de-Lignon	0.7	7.8	108	9	18	0	04/08/2003
Saint-Pal-de-Mons	0.4	7.05	220	6	1	0	19/08/2003
Saint-Pal-de-Mons	0.3	7.2	187	35	12	0	23/06/2003
Saint-Paul-en-Jarez	0.15	7.95	248	1	5	0	11/08/2003
Saint-Paul-en-Jarez	0.9	7.65	244	1	1	0	23/07/2003
Saint-Romain-les-Atheux	-	-	-	1	1	0	29/07/2003
Saint-Sauveur-en-Rue	0.1	7.5	59	13	1	0	04/08/2003
Sainte-Croix-en-Jarez	0.4	6.85	67	24	1	0	25/06/2003
Sainte-Croix-en-Jarez	0.4	6.6	66	149	115	0	25/06/2003
Sainte-Sigolène	0.1	7.45	110	-	0	0	12/08/2003
La Séauve-sur-Semène	0.3	7.9	248	40	30	0	07/07/2003
Tarentaise	0.5	7.45	205	10	3	0	21/08/2003
Tarentaise	-	-	-	5	160	0	05/08/2003
Tarentaise	-	-	-	62	16	0	29/07/2003
Thélis-la-Combe	0.15	6.35	34	4	1	0	30/06/2003
La Valla-en-Gier	0.15	9.55	70	50	23	3	30/07/2003
La Valla-en-Gier	0.1	7.45	40	1	1	0	11/08/2003
La Versanne	5.9	6.05	95	300	20	2	28/07/2003

Tableau 34 : Tableau récapitulatif des analyses de qualité de l'eau en 2003 (D.D.A.S.S. 42 et D.D.A.S.S. 43)

Troisième partie : L'évolution des besoins en eau depuis les trente dernières années

Nous avons choisi de montrer les résultats des analyses de qualité de l'eau en 2003, sur les paramètres les plus recherchés. C'est une année de sécheresse. Nous avons estimé que la faible quantité d'eau pouvait altérer la qualité de l'eau. La comparaison avec les résultats de la période 2004-2006 démontre qu'il n'y a pas de relation directe entre étiage et qualité altérée de l'eau, à l'exception des bactéries. La qualité de l'eau est très sensible aux caractéristiques du milieu telles que la température et l'acidité.

Les valeurs en orange indiquent un dépassement de la norme conseillée. L'eau est propre à la consommation. Les valeurs en rouge indiquent un dépassement de la norme autorisée. Dans ce cas, l'eau est déclarée impropre à la consommation.

Communes	N.F.U.	pH	Conductivité à 25°C (µs/cm)	Bact.aér. revivifiables à 22°-68 ou 72 h	Bact.aér. revivifiables à 37°-24 h ou 36°-44 h	Entérocoques / 100 ml-MS (n/100 ml)	Date du prélèvement
Araules	0.9	7.05	40	75	2	0	21/03/2005
Araules	0.3	7	27	30	0	0	21/03/2005
Aurec-sur-Loire	1.2	7.5	324	6	50	0	28/02/2005
Le Bessat	0.2	5.75	42	1	1	0	23/11/2004
Le Bessat	< 0.2	6.55	38	8	2	0	19/01/2005
Bourg-Argental	< 0.2	7.75	93	< 1	< 1	0	16/02/2005
Bourg-Argental	< 0.2	7.35	92	1	2	0	16/02/2005
Burdignes	0.3	6.75	44	96	14	-	16/02/2005
Cellieu	0.57	7.8	247	-	-	-	26/01/2005
Le Chambon-sur-Lignon	0.3	7	214	0	3	0	07/02/2005
Le Chambon-sur-Lignon	1.6	6.85	202	0	1	0	14/03/2005
Châteauneuf	0.3	7.6	258	1	1	0	10/02/2005
Chavanay	< 0.2	7.15	557	< 1	< 1	0	18/01/2006
Chenereilles	0.2	7.7	61	3	0	0	15/03/2005
Colombier-sous-Pilat	0.2	5.8	135	2	4	0	03/11/2004
Dunières	0.2	7.5	93	0	2	0	23/11/2004
Genilac	< 0.2	7.7	256	< 1	< 1	0	10/02/2005
Grazac	0.4	6.95	112	> 300	5	0	26/08/2005
Lapte	0.2	7.35	127	5	10	0	15/03/2005
Lupé	0.68	7.5	616	< 1	< 1	0	21/09/2005
Lupé	< 0.2	6.05	47	7	1	0	07/12/2005
Marlhes	0.2	6.75	48	1	30	0	23/11/2004
Le Mazet-Saint-Voy	0.6	7.1	73	1	1	0	21/03/2005
Montfaucon-en-Velay	0.3	6.9	139	-	0	0	23/11/2004
Montregard	0.2	8.9	244	35	< 1	0	27/09/2005
Montregard	0.1	7.45	136	6	10	0	27/09/2005
Planfoy	0.17	6.55	58	3	6	0	01/12/2004
Pont-Salomon	0.6	7.6	333	4	5	0	08/02/2005
Riotord	0.1	6.2	29	5	1	0	23/11/2004
Saint-Didier-en-Velay	0.4	7.35	268	10	3	0	07/12/2004
Saint-Ferréol-d'Auroure	0.8	7.6	333	10	2	0	08/02/2005
Saint-Jeures	0.2	6.3	26	1	0	0	07/02/2005

Troisième partie : L'évolution des besoins en eau depuis les trente dernières années

Communes	N.F.U.	pH	Conductivité à 25° C (µs/cm)	Bact.aér. revivifiables à 22°-68 ou 72 h	Bact.aér. revivifiables à 37°-24 h ou 36°-44 h	Entérocoques / 100 ml-MS (n/100 ml)	Date du prélèvement
Saint-Jeures	0.3	6.25	26	3	0	1	07/02/2005
Saint-Julien- Molhesabate	0.3	5.85	23	20	0	0	07/02/2005
Saint-Just-Malmont	1	7.35	200	8	2	0	16/11/2004
Saint-Just-Malmont	1.2	7.35	339	2	10	0	10/01/2005
Saint-Julien-Molin- Molette	0.2	7	58	11	1	0	29/03/2005
Saint-Maurice-de- Lignon	1.3	7.55	124	1	11	0	14/12/2004
Saint-Maurice-de- Lignon	0.8	7.05	128	3	3	0	11/01/2005
Saint-Pal-de-Mons	0.3	7	167	8	1	0	30/11/2004
Saint-Paul-en-Jarez	0.85	7.45	247	23	1	0	17/02/2005
Saint-Pierre-de-Bœuf	< 0.2	7.4	678	< 1	< 1	0	20/12/2005
Saint-Romain-les- Atheux	0.4	6.95	285	10	1	0	29/09/2004
Saint-Romain-les- Atheux	0.25	6.1	56	2	< 1	0	29/09/2004
Saint-Romain-les- Atheux	< 0.2	6.05	53	7	2	0	26/10/2004
Saint-Romain-les- Atheux	< 0.2	6.15	53	2	1	0	23/11/2004
Saint-Romain-les- Atheux	< 0.2	6.05	53	5	< 1	0	19/01/2005
Saint-Romain-Lachalm	1.5	7.6	297	0	2	0	03/01/2005
Saint-Sauveur-en-Rue	0.37	7	74	1	1	0	26/01/2005
Saint-Victor- Malescours	2.8	7.4	297	0	0	0	14/12/2004
Sainte-Croix-en-Jarez	1.15	6.55	-	76	2	0	17/03/2005
Sainte-Sigolène	0.5	7.8	132	1	0	0	14/12/2004
Sainte-Sigolène	0.2	7.05	139	0	0	0	01/02/2005
La Séauve-sur-Semène	0.3	7.4	272	0	4	0	07/12/2004
La Talaudière	< 0.2	8.15	247	14	8	0	14/12/2005
Tarentaise	0.19	6.3	312	4	1	0	31/01/2005
Thélis-la-Combe	0.2	6.1	34	-	/	0	16/02/2005
La Valla-en-Gier	0.15	6.45	55	2	1	0	22/12/2004
Véranne	0.39	6.3	50	1	< 1	0	13/06/2005
Véranne	0.29	7.45	50	< 1	< 1	0	06/10/2005
Véranne	0.52	7.15	56	< 1	< 1	0	17/11/2005
La Versanne	0.1	6.55	44	18	5	0	01/12/2004
La Versanne	0.21	6.05	41	41	2	1	25/10/2004
Les Villettes	0.1	6.7	134	19	1	0	24/01/2005

Tableau 35 : Tableau récapitulatif des analyses de qualité de l'eau entre 2004 et 2006 (D.D.A.S.S. 42 et D.D.A.S.S. 43)

Considérons l'ensemble des résultats. **La turbidité néphélométrique** est synonyme de présence de matières en suspension ou en solution dans l'eau. La lumière qui pénètre dans l'eau est donc plus faible. Les micro-organismes sont plus difficilement éliminés. La norme à ne pas dépasser est de 2 N.T.U. (Nephelemetric Turbidity Unit). Cette norme peut être occasionnellement dépassée suite à de grosses averses, sans que cela soit inquiétant pour la consommation de l'eau potable à terme. Seules 2 analyses sur les 70

relevées sur le tableau montrent une valeur de turbidité néphélométrique supérieure à la norme en vigueur. Il s'agit de Saint-Victor-Malescours le 14 décembre.2004 avec une valeur de 2,8 N.F.U et de La Versanne le 28 juillet 2003 avec une valeur de 5,9 N.F.U. Ces deux résultats hors norme peuvent-ils être expliqués par la présence d'une eau abondante et chargée, due à des précipitations abondantes ? D'après la Banque HYDRO, les débits journaliers de la Semène à Jonzieux et de la Déôme à Saint-Julien-Molin-Molette (deux stations proches de Saint-Victor-Malescours et de La Versanne) n'étaient pas sensiblement différents des jours précédents et suivants.

Le potentiel Hydrogène (pH) mesure l'acidité ou la basicité de l'eau. Une eau trop acide peut corroder les canalisations et facilite la turbidité. Le pH exprime la quantité d'ions H^+ dans l'eau. Il varie avec la température. Les terrains cristallins sont peu chargés en calcium et en magnésium. Le pH est faible. Il y a peu de moyens de relever ce niveau. La norme requiert un pH de 6,5 à 9. 16 analyses sur 70 se sont révélées non conformes, dont 15 avec un pH trop acide. Les valeurs des communes du Bessat, Colombier, La Valla-en-Gier, La Versanne, Riotord, Saint-Julien-Molhesabate et Thélis-la-Combe sont hors normes. Ce sont des communes boisées, aux sols acides.

La conductivité mesure le taux de sels minéraux dissous dans l'eau. L'unité de mesure est le micro-siemens (μS). Elle traduit la teneur en électrolytes. Les effluents produits par les activités humaines augmentent la conductivité. Les communes qui présentent le plus fort taux sont trois communes voisines : Aurec-sur-Loire, Saint-Just-Malmont, Pont-Salomon. Elles appartiennent à la couronne périurbaine stéphanoise, en Haute-Loire. Les communes qui ont la conductivité la plus faible sont également celles dont le pH mesuré est le plus faible.

Pour les relevés des bactéries aériennes revivifiables à 22°C pendant 72 heures (ou 68 heures dans le Département de la Loire), Riotord est une des communes les plus concernées par ce phénomène, qui s'est surtout produit pendant la sécheresse de 2003. Pour les relevés des bactéries aériennes revivifiables à 37°C pendant 24 heures (36°C pendant 44 heures dans le Département de la Loire), Riotord se distingue également.

On a relevé des traces d'**entérocoques**, un germe pathogène, sur les communes de La Valla-en-Gier, La Versanne, Marlihes et Riotord. La norme précise que les traces d'entérocoques doivent être inexistantes pour que l'eau soit potable. 8 relevés sur 66 étaient non conformes, dont 6 pendant la sécheresse de 2003. Deux types sont recherchés : Escherichia Coli (Coliforme) et les Entérocoques.

Troisième partie : L'évolution des besoins en eau depuis les trente dernières années

Les animaux qui s'abreuvent directement dans le cours d'eau, des rejets d'eaux vannes ou de stations d'épuration peuvent être à l'origine de la présence de ce type de pollution microbienne.

	Bactériologie	Minéralisation (dureté) °F		Nitrates en mg / l	
	% de conformité	Mini	Maxi	Mini	Maxi
MOYENNE SUR TOUT LE TERRITOIRE	94,13	4,72	8,07	4,18	9,32
<i>Moyenne Haute-Loire</i>	90,41	1,38	4,84	1,20	5,88
<i>Moyenne Parc Naturel Régional du Pilat</i>	95,72	6,88	10,19	7,18	10,79
<i>Moyenne Pays du Gier (sauf Parc du Pilat)</i>	99,96	8,80	12,04	4,88	14,67
VALEURS MINIMALES (SOURCE)	40 (Riotord Giorec et Riotord Sarcenas)	0	0	0	0
VALEURS MAXIMALES (SOURCE)	100	26	49,5 (Aurec-sur-Loire)	20 (Tarentaise Ecarts)	39 (Fontanès Bourg)

Tableau 36 : Synthèse des données de qualité de l'eau distribuée par commune (166 documents des D.D.A.S.S. 42 en 2006, D.D.A.S.S. 43 entre 2002 et 2006)

DURETE DE L'EAU – Nombre de stations et pourcentage	Valeurs maximales		Valeurs minimales	
	Nombre stations	Pourcentage	Nombre stations	Pourcentage
Eau très douce (0 à 7°F)	127	76,51	96	57,83
Eau douce (7 à 15°F)	19	11,45	44	26,51
Eau moyennement dure (15 à 25°F)	15	9,04	13	7,83
Eau dure (25 à 42°F)	5	3,01	12	7,23
Eau très dure (> 42°F)	0	0	1	0,6

Tableau 37 : Dureté de l'eau sur le territoire d'étude - Synthèse des données de qualité de l'eau distribuée par commune (166 documents des D.D.A.S.S. 42 en 2006, D.D.A.S.S. 43 entre 2002 et 2006)

La grande majorité de l'eau distribuée est une eau douce à très douce. Le pourcentage d'eaux conformes dépasse 90 % en bactériologie. Même si les relevés du sud des Monts du Lyonnais affichent des valeurs de nitrates les plus élevées, la situation est tout à fait conforme aux normes. L'eau distribuée, agressive, est généralement de bonne à très bonne qualité. Nous allons maintenant nous intéresser de plus près aux différentes régions du territoire.

L'agglomération stéphanoise. Les relevés de la D.D.A.S.S. sont réalisés sur un même site entre 3 à 6 fois par an, à l'exception de la Ville de Saint-Etienne où ils sont quotidiens. Selon la réglementation européenne en vigueur depuis le 1^{er} janvier 1991, c'est le

laboratoire municipal de la Ville de Saint-Etienne qui est chargé d'effectuer les analyses de qualité de l'eau potable avant la distribution de l'eau à la population. Environ 650 analyses sont effectuées chaque année sur le réseau stéphanois. Le premier laboratoire municipal date de 1883. C'est le seul établissement agréé par le Ministère de la Santé pour le contrôle de l'eau à Saint-Etienne. Dans les autres communes, c'est la D.D.A.S.S. qui effectue les prélèvements avant de transmettre les échantillons au laboratoire stéphanois.

En juin 1996, B. FALGAS, Directeur Général de la Société Stéphanoise des Eaux, se voulait rassurant pour la population stéphanoise : *« L'eau de Saint-Etienne ne contient pratiquement pas de nitrates : elle arrive du Barrage de Lavalette et de la Vallée du Furan sans avoir à se confronter aux terres agricoles. Elle est chargée de matières organiques (mousses, lichens) qui la colorent. »*

En 1999, la D.D.A.S.S. révélait que pour Saint-Etienne, *« 98,4 % des résultats d'analyses étaient conformes aux valeurs réglementaires »*. En 2000, l'eau était conforme aux normes bactériologiques à 99,6 %.

Face aux inquiétudes de la population liées face à l'importance de la sécheresse en 2003, la Stéphanoise des Eaux a cherché à rassurer les usagers. M. MAZOYER, Responsable adjoint du Service des Eaux à la Société Stéphanoise des Eaux affirmait : *« Le chlore garantit la qualité sanitaire, en évitant la contamination dans les tuyaux durant son transport. Un litre d'eau distribué par la Stéphanoise des Eaux contient 0,2 g de chlore pour 1 000 litres. [...] Ce taux varie selon les quartiers : à Bellevue, proche de la station de traitement de Solaure, elle est davantage chlorée qu'à La Terrasse. La Société Stéphanoise des Eaux est tenue à une surchloration depuis l'attentat du 11 septembre à New York et depuis que le plan Vigipirate a été appliqué en France. [...] La particularité à Saint-Etienne, c'est que l'eau est naturellement douce. Une eau douce est corrosive pour les tuyaux, d'où l'ajout de calcaire. »* Durant l'année universitaire 2002-2003, des étudiants de 2^{ème} année du département technique de commercialisation de I.U.T. de Saint-Etienne ont établi un questionnaire sur le goût de l'eau à Saint-Etienne. Ils ont ensuite distribué le questionnaire aux abonnés du réseau stéphanois, en leur demandant d'attribuer une note. Le goût de l'eau est ainsi évalué à 6,94 / 10 en 2002 et 6,79 / 10 en 2003.

Les Monts du Lyonnais. En 1990, M. FERRAND de la D.D.A.S.S. a constaté un *« problème des nitrates dans l'Ouest des Monts du Lyonnais qui incommode les nourrissons et les femmes enceintes. »* Au-delà de la norme réglementaire de 50 mg par litre, la population doit être avertie. Au-delà de 100 mg par litre, la consommation de l'eau

est interdite. Dans l'estomac, les nitrates se transforment en nitrites, qui empêchent le sang de transporter convenablement l'oxygène, aboutissant à une cyanose.

Pour faire face à ce problème, plusieurs mesures ont été prises. Le Préfet du Bassin Loire-Bretagne a délimité le 17 septembre 1994 une « zone vulnérable nitrates ». Le 19 septembre 1997, un programme d'action a été arrêté par le Préfet de la Loire. Ces mesures n'ont pas abouti à des résultats forcément probants sur le territoire d'étude. La commune de Fontanès, la plus touchée (voir tableau n°38 page 259) a dû abandonner certaines sources.

Entre 1996 et 1998, les nitrates affectaient toujours certaines communes comme Fontanès, et dans une moindre mesure Saint-Christo-en-Jarez et Valfleury. Des traces de pesticides et d'atrazine ont aussi été relevées à Fontanès.

Communes	Concentration moyenne (mg / l)	Concentration maximale (mg / l)
Fontanès	Entre 25 et 40	Entre 50 et 100
Saint-Christo-en-Jarez	Entre 25 et 40	Entre 40 et 50
Saint-Héand	Inférieur à 25	Entre 25 et 40
Valfleury	-	Entre 40 et 50

Tableau 38 : Concentration de nitrates dans l'eau distribuée entre 1996 et 1998 (D.D.A.S.S. 42)

En 1999, la D.D.A.S.S. révélait que pour les Monts du Lyonnais, « 100 % des résultats d'analyses étaient conformes aux valeurs réglementaires ». Nous n'avons pas à notre disposition de résultats plus récents.

La Vallée du Gier. En 1999, la D.D.A.S.S. révélait que pour Saint-Chamond et L'Horme, « 98 % des résultats d'analyses étaient conformes aux valeurs réglementaires ».

La Vallée du Rhône. Le 6 janvier 1982, la D.D.A.S.S. a signalé une contamination de l'eau potable des communes de Saint-Michel-sur-Rhône et de Vérin. Les communes ont été privées d'eau potable depuis le 4 janvier. La D.D.A.S.S. a fait procéder à des analyses qui ont fait apparaître une contamination bactériologique massive aux puits de Jassoux et aux robinets des mairies de Saint-Michel-sur-Rhône et de Vérin par des streptocoques fécaux. La S.A.U.R., société fermière, a procédé à une purge des canalisations et à une chloration massive. Les réservoirs ont été maintenus pour le risque incendie. L'eau pouvait être utilisée à usage domestique si elle était bouillie. Le 15 janvier, la S.A.U.R. a établi un

branchement sur les puits de la commune de Condrieu. Les parties hautes de Vérin et de Saint-Michel-sur-Rhône sont alimentées à la fois par les eaux de sources provenant du Massif du Pilat et par les eaux de la Vallée du Rhône. Le 8 janvier 1982, il était interdit à la population du bourg de Verlieu, Petit et Grange Gorge de boire l'eau du Puits du Vernat à Sainte-Croix-en-Jarez. Aucun problème de ce type n'a été relevé depuis.

La D.R.A.S.S. Auvergne a publié les résultats de l'étude qu'elle a effectuée concernant la qualité de l'eau potable distribuée en 1997. En Haute-Loire, 70,1 % des personnes recevaient une eau de bonne qualité bactériologique, 14,9 % une eau ponctuellement polluée, 8,8 % une eau régulièrement contaminée et de mauvaise qualité bactériologique (dont Araules, Le Mazet-Saint-Voy, Saint-Bonnet-le-Froid et Saint-Jeures) et 6,2 % une eau chroniquement contaminée et de très mauvaise qualité bactériologique. Les communes disposant d'une eau régulièrement contaminée se situent en milieu rural, où les pollutions ont rarement été signalées. S'agissait-il alors d'un traitement insuffisant ou défectueux ?

D'après la D.I.P.E. de Haute-Loire, quatre communes subissent une contamination occasionnelle de l'eau consommée majoritairement sur la commune : Sainte-Sigolène, Saint-Maurice-de-Lignon, Montfaucon-en-Velay, Le Mazet Saint-Voy. Le Mazet Saint-Voy et Montfaucon-en-Velay sont les deux communes où la qualité de l'eau s'est dégradée sur la période 1997-2002.

La Vallée de la Semène. Le 3 mars 1986, la commune de Pont-Salomon recevait une eau non potable en provenance de la Semène. La contamination a entraîné trente cas d'hépatite A à Pont-Salomon.

L'Yssingelais. Si l'on se réfère au rapport de la D.R.A.S.S. portant sur la qualité de l'eau de consommation en 1996 pour l'Auvergne, le Mazet-Saint-Voy a proposé en 1996 à ses habitants une eau « *régulièrement contaminée et de mauvaise qualité bactériologique* ». A Yssingaux, en 2004, 99,1 % des analyses effectuées sur le réseau de distribution d'eau potable ont été conformes aux normes.

Le prix de l'eau est indépendant de la population de la commune. Choix politique, il dépend de l'état du réseau (rendement et intégrité), de son extension et du besoin de renouvellement. Il n'est pas toujours très connu des citoyens, qui adoptent une

consommation plutôt raisonnable. Tout le volume utilisé n'est certes pas comptabilisé (puits, utilisation de l'eau de pluie, recyclage éventuel) et certains abus peuvent survenir en période de sécheresse. Le B.T.P. utilise beaucoup d'eau, au contraire des activités tertiaires et de services. Ce peut être un frein à la construction de nouvelles résidences. Il n'y a pas de relation nette entre le prix et la consommation en eau potable : la valeur économique n'inciterait donc pas à l'économie.

La qualité de l'eau distribuée est tout à fait correcte. Elle est tout de même très douce, donc corrosive pour le réseau d'alimentation. Elle peut être altérée en période de sécheresse. Aucune contamination majeure aux nitrates n'est à signaler.

L'eau est donc de qualité, abordable et suffisamment abondante. Comment est-elle mise en valeur par une population qui en fait globalement bon usage au quotidien ?

Chapitre 4 : La protection et la valorisation de la ressource en eau



Photo 20 : Le Gier à l'amont de la zone commerciale de Givors (Y. BENMALEK, 06.05.2004)

G. DUCARRE, Maire de Saint-Chamond, le 6 septembre 2002, a déclaré à propos du Gier : *« C'était jadis une rivière qui changeait de couleur 10 fois par jour et qui était envahie par les rats. Depuis la mise en place du schéma directeur d'assainissement de la ville, le Gier a retrouvé ses poissons et pêcheurs : les colverts nichent et le milieu naturel a repris ses droits. La faune et la flore se rétablissent. Bientôt, il sera la fierté de toute la vallée. »*

Notre société montagnarde est ancienne et en voie de repeuplement. Nous assistons aujourd'hui à une confrontation intéressante entre les sociétés traditionnelles, leurs héritages humains et structurels et les populations nouvelles qui prennent place. Les organisations, les architectures sont associées à des modes de vie différents, où les échelles ont considérablement grandi. Les exploitations sont aujourd'hui plus vastes, les infrastructures de stockage de l'eau sont apparues rapidement. Dans le même temps, les terrasses et les canaux de dérivation sont abandonnés et les systèmes de production d'énergie, locaux, par l'intermédiaire de moulins, tombent en désuétude. Face à cette reconquête du nouveau bassin versant, nouveau par son concept, et face à une exigence de plus en plus croissante de qualité, il a fallu adopter des solutions à l'amont avant d'agir à l'aval. La directive de 1991 qui impose l'établissement de stations d'épuration pour toute

commune de plus de 2 000 habitants dès 2006 va dans ce sens. En mars 1991, la Communauté Economique Européenne a voté l'harmonisation du traitement des eaux résiduaires urbaines. Toutes les villes de plus de 15 000 habitants ont eu pour obligation de s'équiper d'un système d'épuration des eaux aux normes avant le 1^{er} janvier 2000, et avant le 1^{er} janvier 2006 pour les villes comprises entre 2 000 et 15 000 habitants. Chaque commune devait aussi s'équiper de S.P.A.N.C. au 31 décembre 2005 aussi car d'après la loi Voynet du 3 janvier 1992, l'A.N.C. relève de la compétence des collectivités territoriales. Les zones d'Assainissement Collectif et Non Collectif doivent être clairement déterminées. « *Les contrôles portent sur le bon état des ouvrages, le niveau des boues dans la fosse et le bon écoulement des effluents.* » Chaque foyer devra avoir été contrôlé en 2013. En cas de non-conformité, le propriétaire dispose de 4 ans pour remettre aux normes son système d'épuration.

L'étalement concerne plus aujourd'hui des bourgs comme Saint-Christo-en-Jarez que Bourg-Argental bien que paradoxalement, cette dernière commune voit son parc immobilier croître et sa population diminuer.

Le taux de résidences secondaires et de logements occasionnels par commune (voir figure n°114 page 220) permet de tempérer les relevés de consommation en eau par secteur. Si une commune comporte une majorité de résidences principales, il est plus aisé d'établir une relation entre le nombre d'utilisateurs permanents et le bilan annuel de consommation en eau potable. Il y a donc plus de consommateurs potentiels que le nombre d'habitants permanents d'un secteur. Le plateau vellave, proche du Mézenc et du Meygal, associe plaisir du tourisme vert et de l'eau-milieu. Les hébergements sont adaptés. Ceci dit, ce type de consommation est par définition ponctuel, car une résidence secondaire n'est pas occupée très longtemps sur une année. A contrario, les communes de la basse Vallée de la Semène, de la Vallée du Gier et du plateau pélussinois et surtout les coteaux du Lyonnais n'offrent que peu de potentiel en matière de résidences secondaires. Les valeurs de consommation en eau potable sont donc bien dans ces secteurs le reflet d'une régularité annuelle et non saisonnière.

4.1 L'utilisation de l'eau : pratiques culturelles, protection de la ressource, conflits

Les retenues collinaires : risques et conflits d'utilisation. On estime que la population qui vivait sur les versants des moyennes montagnes du Jarez, du Pilat ou du Velay était parfois deux fois plus importante au cours du XIX^{ème} siècle. La population a depuis gagné les fonds de vallée et tend aujourd'hui à retrouver les hauteurs depuis les vallées. Les pratiques culturelles n'offrent guère d'innovations fondamentales mais nous assistons depuis plusieurs décennies à un recul du nombre d'exploitations et du nombre d'exploitants. L'irrigation des vergers s'est aujourd'hui installée sur les premières pentes des Monts du Lyonnais et sur le plateau pélussinois. L'irrigation des cultures est nécessaire lorsque la pluviométrie annuelle est inférieure à 250 mm / an, or le sud des Monts du Lyonnais reçoit une pluviométrie annuelle rarement inférieure à 500 mm. Ceci dit, l'irrigation peut être un moyen d'apport en eau de complément essentiel pendant les périodes les plus sèches. C'est l'objet des retenues collinaires qui se sont développés à grande vitesse depuis une trentaine d'années. Les retenues collinaires sont soumises à la Loi sur l'Eau, à une procédure d'enquête publique présentée devant le C.D.H. qui rassemble l'administration, le consommateur, les élus, les associations. Le C.D.H. émet un avis mais le Préfet autorise ou non l'arrêté. Si les eaux restituées sont de mauvaise qualité, le C.D.H. émet un avis défavorable à tous les projets de retenues en barrage.

Aujourd'hui, la procédure d'autorisation de construction de tels ouvrages est très stricte compte tenu de leur aspect perturbateur sur l'écoulement des cours d'eau des petits bassins versants et des risques d'effondrement en chaîne. A Cellieu, le paysage s'est transformé pour présenter une succession de retenues collinaires sur le Collenon, un petit affluent du Gier très fortement exploité. Les retenues collinaires, moyen efficace pour l'irrigation, ne sont pas toutes équipées de compteurs faussant ainsi les bilans de consommation en eau. En décembre 1991, la commission scientifique du P.N.R. du Pilat se montrait réticente quant à l'étude d'impact du projet d'irrigation des coteaux du Jarez.

Ces pratiques ne sont pas sans conflits et sans risques. Le 6 mai 1977, le contenu d'une retenue collinaire à Véranne s'est peu à peu vidé pendant la nuit, suite à une infiltration créée dans la digue. 1 500 m³ d'une eau destinée à l'irrigation se sont retrouvés sur la route en contrebas.

Troisième partie : L'évolution des besoins en eau depuis les trente dernières années

En avril 1991, le Syndicat intercommunal des eaux de la moyenne Vallée du Gier a connu quelques remous. Les communes de La Grand-Croix et de Lorette se sont opposées à une convention avec le Syndicat mixte d'irrigation et de mise en valeur du Jarez. Cette convention conclut à une réserve de 800 000 m³ puisée dans le Barrage du Dorlay pour l'irrigation de 300 ha de terres agricoles. Le débit de restitution du Dorlay a été ramené de 200 à 60 litres par seconde. La convention de mai 1992 précise que l'arrosage est interdit si le volume d'eau dans la retenue du Dorlay est inférieur à 140 000 m³, soit 4,67 % de la capacité du réservoir.



Photo 21 : Le Barrage du Dorlay (Y. BENMALEK)

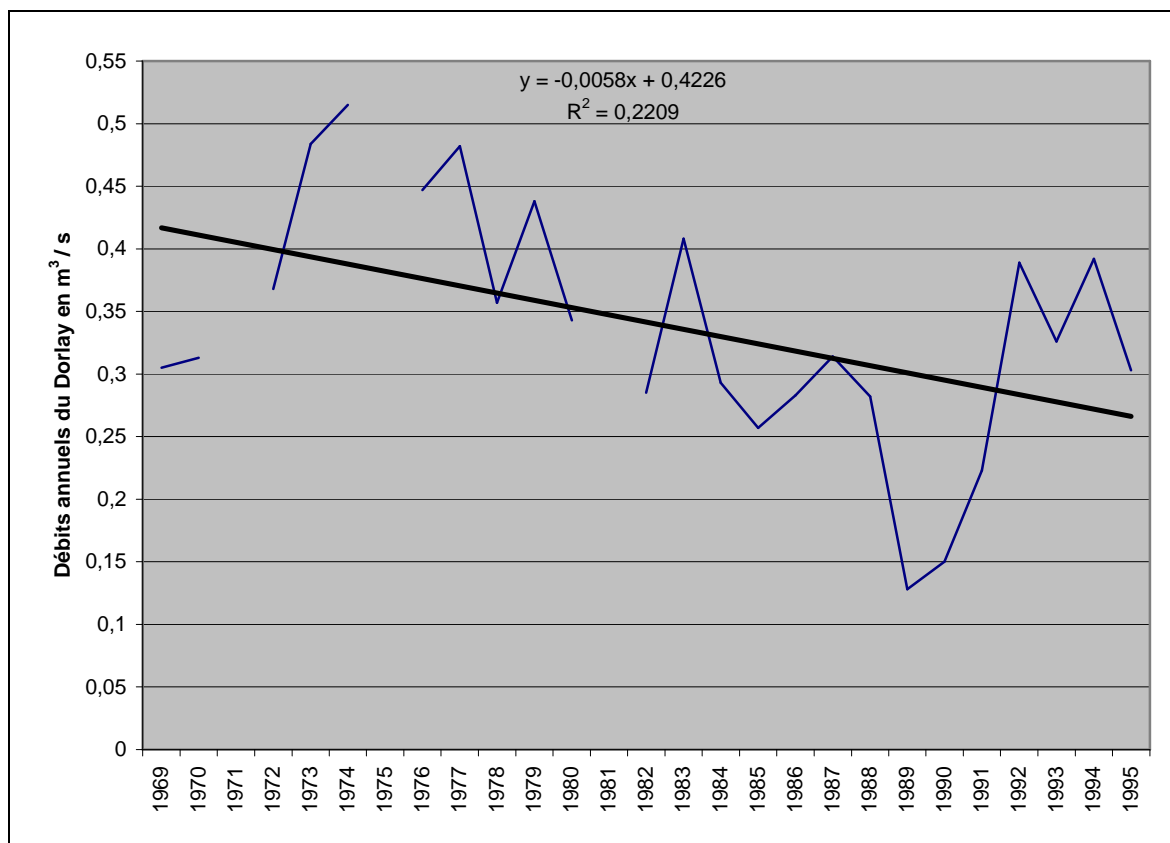


Figure 129 : Débits annuels du Dorlay en m³ / s à La Terrasse-sur-Dorlay entre 1969 et 1995 (Banque HYDRO)

Comme nous pouvons le constater sur la figure n°129 page 266, le débit du Dorlay a diminué depuis 1969 pour atteindre son niveau le plus bas en 1989. Les débits annuels ont toujours été supérieurs à 0,06 m³ / s après 1991. En 1994, le C.P.S.F.V. a obtenu l'abandon du captage des eaux du Dorlay pour l'irrigation des coteaux du Jarez. Nous n'avons pas à notre disposition de mesures de débit postérieures à 1995 sur cette station.

L'alimentation en eau potable de la Vallée du Rhône : quelle ressource utiliser ? En 1987, la S.D.E.I. et le Syndicat Intercommunal des Eaux de la Fontaine de l'Oronge ont eu pour projet de faire remonter l'eau du Rhône jusqu'à Véranne. Ce projet n'était pas du goût de nombreux utilisateurs de l'eau sur le plateau pélussinois. Cinq ans plus tard, le Syndicat qui regroupe les communes de Lupé, Maclas et Véranne a pris la décision de faire aboutir ce projet. Les travaux eurent lieu pendant l'été 1992. L'objectif était officiellement de pallier au risque de sécheresse. L'association de défense des abonnés « Vayrana » s'est alors constituée.

Les prélèvements excessifs sur le Bassin versant du Lignon vellave.

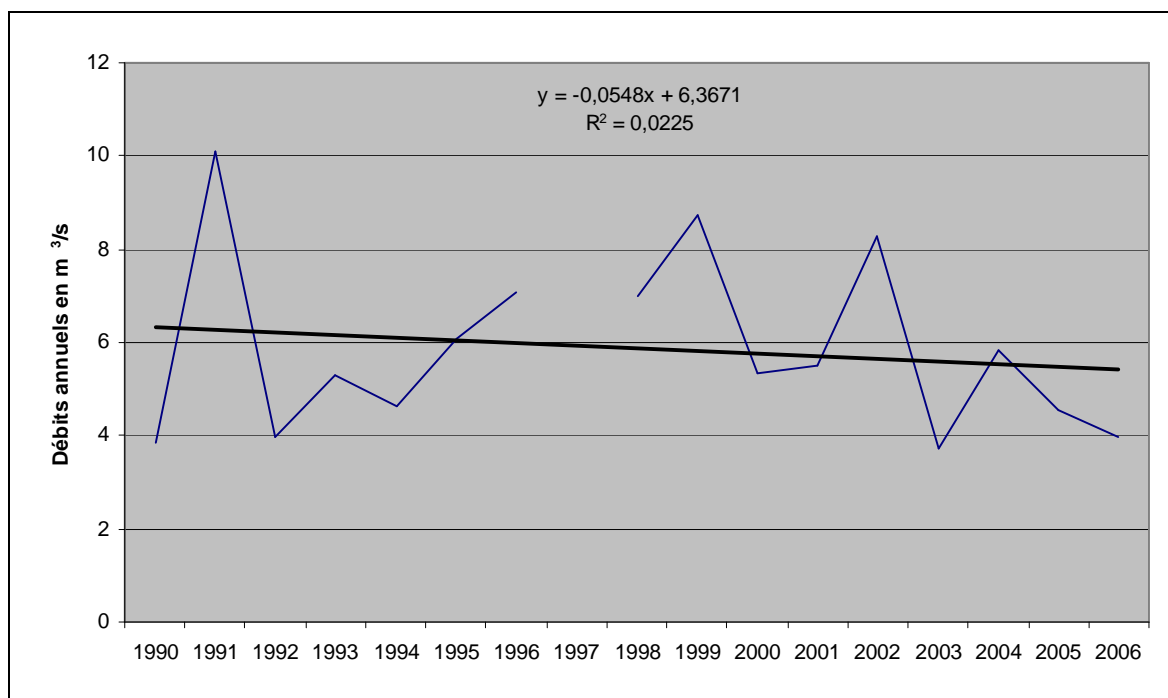


Figure 130 : Débits annuels en m³ / s du Lignon à Yssingaux Versilhac - La Valette (Banque HYDRO)

Le 11 juillet 1998, un protocole d'accord portant sur les débits réservés du Lignon a été signé. Plusieurs structures sont concernées par la signature de ce protocole d'accord : l'A.A.P.P.M.A. d'Yssingaux, l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne, E.D.F., la F.D.P.P.M.A. 43, le S.I.C.A.L.A. « Antenne de Tence » et la Ville de Saint-Etienne, propriétaire et exploitant des différents ouvrages construits sur le Lignon. Suite à la mise en place du Contrat de Rivière Lignon, le débit réservé, conforme à la loi pêche de 1984, a été revu à la hausse. A l'aval du Barrage de La Chapelette, le débit réservé est passé de 0,2 m³ / s à 0,5 m³ / s du 1^{er} octobre au 15 mai, et de 0,2 m³ / s à 0,7 m³ / s du 16 mai au 30 septembre. J. BARROT, Président du Conseil Général de Haute-Loire, s'est alors enthousiasmé : « *Pour l'Yssingelais, pour ses habitants, pour les pêcheurs, pour les touristes, c'est la renaissance d'une magnifique rivière qui va retrouver des débits dignes de ce nom.* »

Le protocole d'accord n'a pas réellement affecté les débits du Lignon vellave. Les décisions administratives ont-elles une réelle influence sur l'écoulement des eaux à l'échelle pluriannuelle ?

P. CHOMAT, Président de l'A.A.P.P.M.A. Tence-Montfaucon, évoque les prélèvements excessifs sur le haut bassin du Lignon : « Nous demandons une plus grande protection des zones humides existantes ; l'interdiction des drainages par fosses profondes ou drains enterrés ; la reconstitution de certaines zones humides drainées. [...] Nous remettons en cause les prélèvements excessifs et dommageables. [...] L'accroissement des exportations d'eau du Lignon vers le réseau de Saint-Agrève (70 000 m³ en 2004, 16 000 m³ en 2002) est devenu dommageable pour l'étiage estival du Lignon. [...] Nous avons également dénoncé les arrosages publics intempestifs et les forages plus discrets. [...] Une urbanisation croissante du Plateau et une augmentation des populations résidentes agissent dans un sens néfaste. »

L'occupation du sol serait aussi en cause : « Le Lignon et ses affluents souffrent d'un ruissellement beaucoup trop rapide que l'on prouve dans la mesure du débit comparé à celui de la Dunières. Cela tient à une pluviométrie et à des abords des rivières différents. »

L'utilisation de l'eau du Barrage de Lavalette par les communes situées à l'aval serait aussi trop importante : « L'eau stockée au Barrage de Lavalette fait l'objet, en aval, de ventes à des communes non concernées par la convention initiale. [...] Les communes de Dunières, Montfaucon, Pont-Salomon, Saint-Pal-de-Mons, Saint-Romain-Lachalm, Saint-Victor-Malescours et Yssingaux ont recours à cette ressource. [...] Les communes d'Yssingaux et de Saint-Jeures ont décidé d'avoir recours à l'usage d'une prise d'eau à la Chapelette d'une capacité de production de 150 m³ / heure. [...] L'A.A.P.P.M.A. préconise le raccordement des réseaux au Barrage de Lavalette pour restituer les eaux de ruissellement aux communes situées en amont. »

Il propose aussi des solutions pour une meilleure gestion de la ressource en eau : « Suite aux assèchements du Mousse en 2003 et en 2004, nous demandons l'abandon de certains captages de sources et la réalisation de véritables retenues « collinaires » qui retiendraient les écoulements hivernaux ou printaniers et laisseraient, en été, l'écoulement naturel aller au ruisseau. [...] Récupérer notre eau à Lavalette pour la faire remonter sur le Plateau serait plus simple à condition que cela soit pris en charge par l'ensemble des communes simultanément. »

Il évoque quelques progrès : « Certaines exploitations de fruits rouges s'efforcent d'adopter désormais des pratiques plus économes en eau. »

Dans les secteurs plus reculés, plus élevés, plus pentus, l'agriculture traditionnelle connaît quelques difficultés pour survivre du fait du manque d'attractivité pour les villages locaux, de la forte concurrence imposée à l'extérieur, de l'affranchissement des contraintes climatiques dans les basses vallées et sur les plateaux.

4.2 La question de l'assainissement

D'après le Rapport d'évaluation de la politique de préservation de la ressource en eau destinée à la consommation humaine, *« la suppression d'un rejet ponctuel dans une rivière pourra entraîner immédiatement une amélioration de la qualité de l'eau de la rivière ; même si on prend en compte le temps nécessaire pour concevoir, construire et amener en fonctionnement normal une station d'épuration, le délai écoulé entre la décision de faire et l'observation d'un effet ne sera que de quelques années. »* En 2003, 13 millions d'habitants n'étaient raccordés à aucun système d'assainissement en France.

On distingue essentiellement aujourd'hui trois filières de traitement :

« Les systèmes de traitement par lagunage sont les dispositifs les plus nombreux (près de la moitié du parc), mais ils ne représentent qu'une faible partie de la capacité épuratoire. Il s'agit essentiellement des stations de moins de 2 000 E.H. (équivalents habitants). Ces systèmes datent principalement des années 1980-90 et ne délivrent une eau jugée conforme que pour 40 à 60 % d'entre elles selon la M.A.G.E. 42 (rejet de phosphore par relargage notamment). Les problèmes principaux de ces filières sont doubles : d'une part, une mauvaise conception [...] d'autre part un mauvais entretien (défaut de curage des lagunes).

Les systèmes d'infiltration sont relativement nombreux (20 % du parc), mais ne concernent que des stations de faible capacité (presque toujours moins de 500 E.H.). [...] Ils ont été réalisés à partir des années 1990 pour les collectivités rurales. Ces filières éliminent bien les pollutions (D.C.O. et M.E.S.), excepté celles par l'azote (ammonium, nitrates, nitrites). Comme toutes les petites installations, ces filières souffrent souvent d'un mauvais dimensionnement et d'un manque d'entretien.

Les stations à boues activées constituent la part la plus importante de la capacité de traitement (plus de 90 %), avec un nombre limité d'ouvrages. Presque toutes les installations de plus de 2 000 E.H. en sont équipées. [...] Les boues activées ont principalement été construites dans les années 1970-1980. [...] Les stations anciennes présentent souvent un sous-dimensionnement de leur capacité, un fonctionnement peu optimisé et un rendement épuratoire jugé mauvais : les ouvrages sont obsolètes et les conditions de stockage et d'aération des boues sont insuffisantes. » (ASCONIT CONSULTANTS, 2004).

A l'échelle nationale comme à l'échelle locale, le nombre de stations d'épuration n'a cessé d'augmenter depuis trente ans. En 1969, on comptait 1 580 stations d'épuration en France, 8 000 en 1978. Entre 1970 et 1976, la capacité d'épuration est passée de 33 à 79 M E.H. En 1989, d'après le secrétariat d'Etat à l'Environnement, la moitié des rejets domestiques et industriels étaient raccordés à un réseau collectif d'acheminement vers une station d'épuration. Le taux d'épuration était de 70 %. En 1990, seulement 35 % des eaux usées étaient traitées en France, contre 70 % en Allemagne. Le Maire de Paris de l'époque, J. CHIRAC, pointait alors *« la dramatique insuffisance de l'épuration domestique et celle des ouvrages de protection, la vétusté des installations, l'existence de nouvelles pollutions comme les nitrates, les pesticides et les métaux lourds [...] et un net désengagement de l'Etat et des collectivités dans la construction de réseaux et de stations d'épuration depuis 10 ans. »* En 1993, P. GUILHAUDIN, Directeur de l'Agence de l'Eau R.M.C., estimait que seulement 33 % des effluents qui passaient par les stations d'épuration des 30 départements du territoire de l'Agence étaient traités. En 1995, 75 % des communes du Département de la Loire disposaient d'une station d'épuration.

Quel est le devenir des boues des stations d'épuration ? En 2004, En France 60 % des boues étaient épandues, 25 % des boues étaient mises en décharge et 15 % étaient incinérées. Le système rhizophite peut absorber les métaux lourds.

« Pour le Furan, le Gier et l'Ondaine, la surface disponible est clairement inférieure aux besoins, en raison de la pression de l'habitat et des élevages, ainsi que de l'importance de la production des boues. [...] Le Bassin versant de la Semène a une marge de manœuvre plus importante, avec un potentiel de surfaces d'épandage largement excédentaire. » (ASCONIT CONSULTANTS, 2004).

En 2004, il n'y avait pas de filière de traitement des boues en Haute-Loire. La plupart étaient épandues ou envoyées en Corrèze, en Saône-et-Loire ou dans le département de la Loire. Certaines communes disposaient quand même d'un plan d'épandage déclaré des boues de station d'épuration : Le Chambon-sur-Lignon, Monistrol-sur-Loire, Pont-Salomon, Saint-Just-Malmont, Saint-Maurice-de-Lignon, Sainte-Sigolène, Tence et Yssingaux.

L'épandage est la destination principale des boues produites, même si elles n'apportent pas de meilleurs rendements et même si les agriculteurs ne perçoivent pas de compensation financière. C'est aussi la solution la moins chère, trois fois et demie moins coûteuse que le compostage et dix fois moins que l'incinération. Pour J.-M. REVEILLE, de la cellule « Eaux et milieux aquatiques » de la D.D.A.F. du Département de la Haute-Loire, « *L'épandage des boues est la filière la plus recommandée par le M.E.D.D.* ». Il existe aussi d'autres solutions comme deux centres de dépotage pour l'accueil des boues de fosses septiques à Aurec-sur-Loire et à Yssingaux. G. VOCANSON, Maire d'Aurec-sur-Loire, s'oppose fermement à l'épandage. Créé au début de l'année 1995, le Syndicat Mixte des Trois Rivières de Tence (ancien nom du S.I.C.A.L.A. « Antenne de Tence ») avait mis en place une maîtrise d'ouvrage de plans d'épandage agricole des boues de station d'épuration.

Aujourd'hui la performance du réseau d'assainissement est très variable selon les secteurs. La nécessité de verser une taxe d'assainissement en plus d'une taxe pour l'alimentation en eau potable ne passe pas toujours très bien auprès des contribuables d'où l'intérêt de pouvoir faire respecter les règlements en la matière. Bien assainir c'est à la fois adapter les équipements individuels et collectifs et construire des stations d'épuration pour toute commune supérieure à 2 000 habitants. Cela se traduit par une meilleure protection de la ressource en eau pour les populations situées à l'aval.

Il y a 6 services d'A.N.C. dans la Loire : le S.P.A.N.C. de Montbrison, le S.I.A.N.C. du Pilat, le S.I.D.E.Fu., la Roannaise de l'Eau, l'Assise (secteurs de La Pacaudière et de Saint-Haon-le-Châtel) et le S.P.A.N.C. du Gier.



Photo 22 : Le Furan, incinérateur actuel, chantier du nouveau clarificateur (Y. BENMALEK, 29.06.2007)

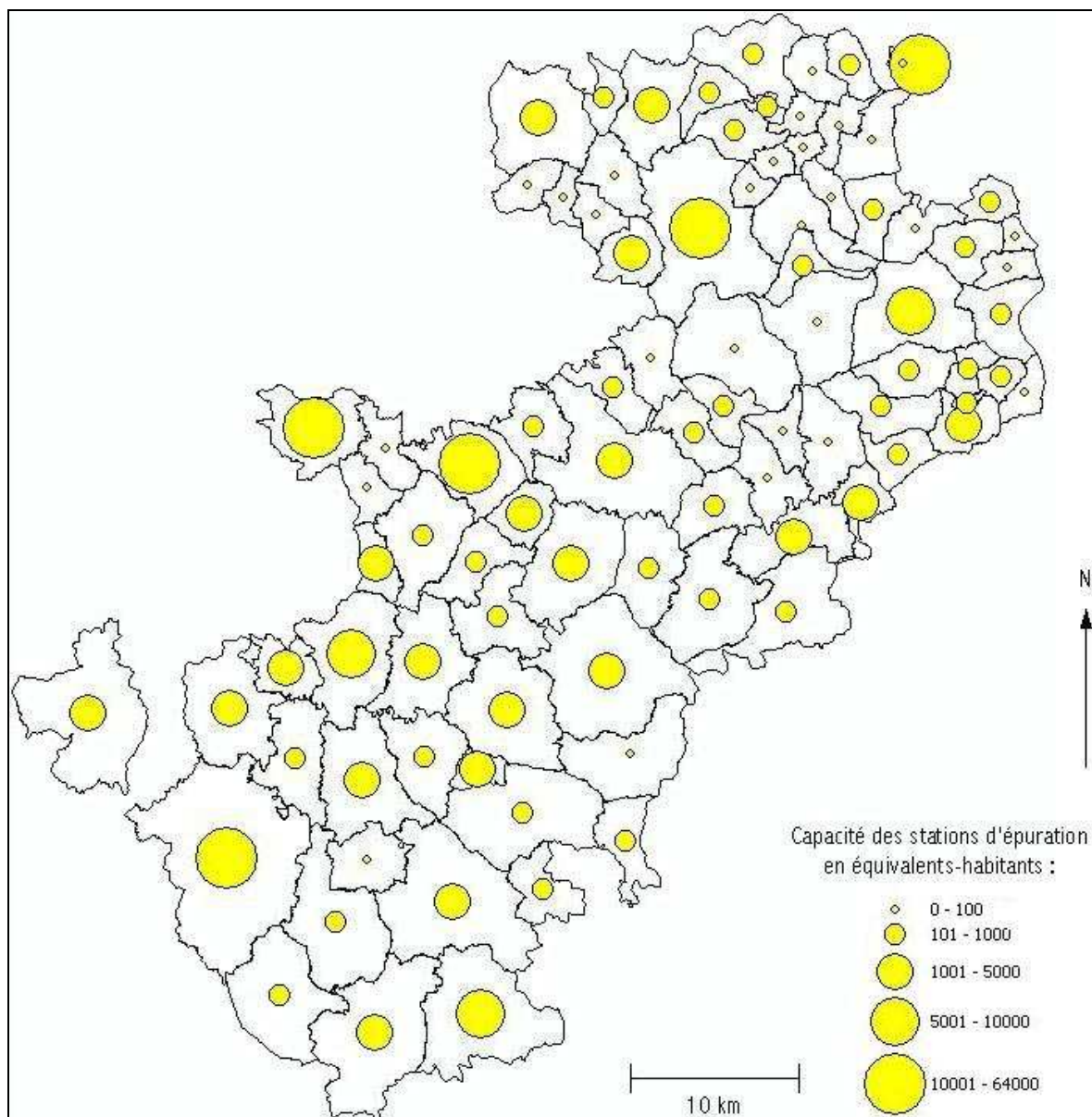


Figure 131 : Capacité des stations d'épuration en équivalents-habitants en 2007 (AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE, AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANEE ET CORSE)

L'assainissement stéphanois. Le raccordement à l'égout a été rendu obligatoire en 1854 pour les nouvelles constructions. Dalgabio a été l'initiateur des premiers travaux. En 1864, il y avait 21,57 km d'égouts contre 45 km en 1900 et 487 km en 1997. Plus de 99 % de la ville était alors raccordée aux égouts. Le réseau d'assainissement appartient à la Ville de Saint-Etienne. La Société Stéphanoise des Eaux en est le gestionnaire. Elle comptait 85 712 clients en 2005 pour l'assainissement. Le réseau a été nettement amélioré. Saint-Etienne, comme d'autres collectivités, pouvait faire peser un risque de sanction juridique à la France par la Cour de justice des communautés européennes pour non respect de la directive « eaux résiduaires urbaines ». La directive du 21 mai 1991 a été traduite par un

décret du 3 juin 1994 qui imposait un système rigoureux et efficace de traitement des effluents aux agglomérations de plus de 10 000 E.H. L'échéance était le 31 décembre 2008. L'astreinte financière pouvait s'élever à 150 000 € par jour de retard.

La station d'épuration du Porchon a été mise en chantier entre 1972 et 1975. Elle traite 1 à 2 m³ / s, 6 m³ / s au maximum. Au-delà, les vannes de la station se ferment et la station est isolée de la rivière.

Débit du Furan à l'entrée de la station d'épuration, en m ³ / s	Action réalisée à la station
0 – 3	Procédé d'épuration complet
3 – 6,5	Décantation primaire
Au-delà de 6,5	Pas d'action réalisée

Tableau 39 : Actions réalisées à la station d'épuration du Porchon en fonction du débit du Furan avant réhabilitation (LA TRIBUNE - LE PROGRES)

Elle traite chaque année entre 45 et 50 M m³ d'eau polluée, 20 000 tonnes de boues (75 000 m³) depuis sa modernisation en 1987. Parmi le flux entrant, le volume d'effluents industriels est de 30 % selon l'étude d'impact du S.A.G.E.

La Ville de Saint-Etienne a conclu le 5 avril 1971 une convention pour « la gestion de la station d'épuration des eaux usées » avec la Société Stéphanoise des Services Publics (S.S.S.P.). L'échéance du contrat est fixée au 30 septembre 2022.

Le 18 juin 1976, la Ville de Saint-Etienne a proposé la construction d'un collecteur qui se raccorde à la station du Porchon. Cela concerne les communes de La Talaudière, L'Etrat, Saint-Jean-Bonnefonds, Sorbiers et le syndicat intercommunal d'aménagement de Molina-La Chazotte. Entre 1981 et 1985, les communes de La Tour-en-Jarez et de Saint-Priest-en-Jarez ont été raccordées au collecteur de l'Onzon. Le 3 septembre 1984, le conseil municipal a approuvé la procédure de « déphosphatation ». L'objectif était de limiter l'été la prolifération des algues sur le réservoir de Villerest. L'opération a duré jusqu'à fin 1987. Désormais, avec l'ajout de sel de fer, le phosphore dissous dans l'eau polluée se dépose dans les décanteurs.

En septembre 1985, l'émissaire général a été achevé. Il recueille les eaux usées du quartier de La Terrasse jusqu'au Porchon, des communes de Saint-Priest-en-Jarez, Villars et des communes raccordées au collecteur de l'Onzon, soit La Talaudière, La Tour-en-Jarez, L'Etrat, Saint-Priest-en-Jarez, Sorbiers, La Talaudière et une partie de Saint-Jean-Bonnefonds. Une autre partie de la commune de Saint-Jean-Bonnefonds dispose d'une station d'épuration opérationnelle depuis 2005.

En 1987, les anciens quartiers stéphanois, construits avant la Seconde Guerre Mondiale, ont été raccordés à un réseau unitaire. Les quartiers récents (La Cotonne, La Métare, Beaulieu, Montplaisir) sont raccordés à un réseau séparatif. L'émissaire Nord conduit directement les eaux usées des égouts séparatifs à la station d'épuration du Porchon. Une nouvelle installation de déphosphatation a permis de retirer jusqu'à 70 % du phosphore contenu dans les eaux polluées.

En 1989, 25 % des effluents stéphanois rejoignent directement la station d'épuration par le biais du collecteur Nord. 75 % des effluents stéphanois étaient rejetés dans le Furan. Le 8 octobre, la Ville de Saint-Etienne a signé un contrat d'agglomération avec l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne et la Société Stéphanoise des Eaux. L'objectif dans le cadre de l'assainissement était de « *structurer la collecte des eaux usées et pluviales et d'améliorer le taux de dépollution global de la station d'épuration du Porchon* ».

« La directive 91-271-CEE, dite « directive ERU », relative au traitement des eaux résiduaires urbaines a pour objectif de limiter l'impact des pollutions domestiques sur les milieux aquatiques. [...] Le classement en zone sensible [...] impose aux agglomérations de plus de 10 000 E.H. de faire mettre en place un traitement tertiaire des eaux usées en complément du traitement biologique secondaire. [...] La directive fixe des objectifs de mise en conformité des dispositifs d'assainissement, avant fin 1998 pour les agglomérations de plus de 10 000 EH, et avant fin 2005 pour celles de plus de 2 000 EH. » (ASCONIT CONSULTANTS, 2004).

Le 7 octobre 1993, A. BONARD, alors Chef du service d'assainissement de la Stéphanoise des Eaux déclarait : « *Il y a trente ans, la philosophie de l'assainissement était d'entraîner le plus vite et le plus loin possible les eaux usées. Aujourd'hui on élabore des ouvrages qui n'apportent pas de nuisances en aval et des équipements qui puissent redonner les conditions naturelles notamment pour écrêter les crues.* »

Le 12 juillet 1999, le Maire de Saint-Etienne, M. THIOLLIERE, et 8 maires du S.I.CO.S. ont reçu un projet d'arrêté préfectoral visant à atteindre un taux de dépollution de 90 % des eaux usées du Furan. Face au coût important de remise aux normes de la station

d'épuration du Porchon, qui était estimé à l'époque à plus de 150 M €, les communes concernées se sont regroupées au sein du S.I.D.E.F. 1 000 habitants n'étaient pas connectés au réseau d'assainissement en 1999. Il a été créé par arrêté préfectoral le 18 mai 2001. Ses missions principales visaient à « *diagnostiquer la pollution industrielle, définir les filières de traitement des déchets issus de l'assainissement, améliorer la gestion du collecteur de l'Onzon, élaborer un schéma directeur d'assainissement* ». Le financement du Syndicat s'est effectué au prorata de la population raccordée à la station d'épuration du Porchon, soit 82 % pour Saint-Etienne. Les 9 communes membres sont La Talaudière, La Tour-en-Jarez, L'Etrat, Saint-Etienne, Saint-Genest-Lerpt, Saint-Jean-Bonnefonds, Saint-Priest-en-Jarez, Sorbiers et Villars.

Le S.I.D.E.F.U., né de la fusion entre le S.I.CO.S. et le S.I.D.E.F., réunit les communes suivantes : Fontanès, La Fouillouse, La Talaudière, La Tour-en-Jarez, L'Etrat, Marcenod, Saint-Etienne, Saint-Genest-Lerpt, Saint-Héand, Saint-Jean-Bonnefonds, Saint-Priest-en-Jarez, Sorbiers et Villars. Il a pour compétences la protection de l'eau potable, l'Assainissement Collectif et Non Collectif, la lutte contre les pollutions industrielles. Les communes membres peuvent opter entre une ou plusieurs compétences.

Le 7 juin 2001, P. GARRIDO, Vice-Président de Saint-Etienne Métropole, justifiait le financement relativement élevé de la remise aux normes de la station d'épuration du Porchon et mettait en cause la politique industrielle dans l'enjeu de l'épuration des cours d'eau : « *Les populations doivent prendre conscience de la volonté des communes de réhabiliter les rivières [...] mais cela ne pourra se faire sans la participation de tous : habitants et surtout industriels auprès desquels l'effort à fournir est difficile à intégrer.* »

En 2003, le taux de dépollution des eaux usées atteignait 50 %. Dans un rapport de la chambre régionale des comptes sur la gestion de l'assainissement à Saint-Etienne, le magistrat rapporteur précisait : « *le problème était parfaitement connu dès 1995, la Ville n'a pas mis à profit les années écoulées pour entreprendre les travaux nécessaires* ». Le risque était alors une condamnation de la France devant la cour des instances européennes pour un système d'assainissement non conforme. La ville a alors engagé un programme global d'assainissement 2004-2008, avec la signature d'un nouveau contrat d'agglomération le 17 février 2005 avec l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne pour l'assainissement du Furan et du Janon. Les participants ont financé à hauteur de : 29 M € pour l'Agence de l'Eau, 22 M € pour la Ville de Saint-Etienne, 20 M € pour l'Union Européenne, 1,6 M € pour le Conseil Général de la Loire et 0,13 M € pour le Conseil Régional de Rhône-Alpes, soit un total de 72,73 M €.

Le coût total de la réhabilitation de la station du Porchon s'élève à 62,3 M €. La réhabilitation de la station coûte 48 M €. Le coût du traitement des boues est de 14,3 M €. La capacité de traitement de la nouvelle station du Porchon est de 282 000 équivalents habitants. Les travaux ont été entamés en avril 2006.

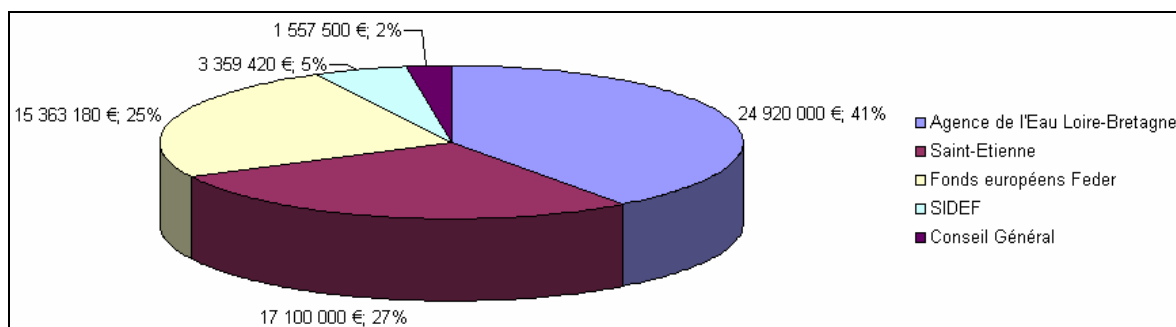


Figure 132 : Plan de financement Hors Taxe de la Station d'épuration du Porchon (LA TRIBUNE - LE PROGRES)

Le coût de la mise aux normes et de la construction des réseaux d'assainissement de la Ville de Saint-Etienne s'élève à 18 M €, soit 15 M € pour le Furan et 3 M € pour le Janon.

Depuis que la mise aux normes de la station a été effectuée (avril 2006 – décembre 2008), la station du Porchon dispose de deux files de traitement : l'une pour temps sec et petites pluies (azote et phosphore traités), l'autre pour les fortes pluies.

La réhabilitation a consisté en :

- la construction d'une deuxième station de relevage des eaux
- l'édification d'un nouveau bâtiment de traitement des eaux pluviales
- le réaménagement des trois bassins de traitement primaire
- l'extension des bassins d'aération nécessaires au traitement biologique des effluents
- la construction de deux bassins d'aération et de quatre bassins de clarification supplémentaires
- la réfection des bâtiments administratifs
- la réalisation d'un centre de traitement des boues sur la rive droite du Furan

Avec la nouvelle station d'épuration du Porchon, l'augmentation de la dépollution est de 400 % pour l'azote et le phosphore et de 60 % pour les autres paramètres.

Les boues sont désormais incinérées sur place, ce qui produit du biogaz permettant le chauffage des bâtiments du site. La capacité des bassins est passée de 10 000 m³ à 45 000 m³. L'élimination du phosphore atteint 90 %.

La station d'épuration de Saint-Victor-sur-Loire a été construite en 1978. Elle peut traiter les eaux usées de 4 000 équivalents-habitants, ce qui correspond à 600 m³ / jour. Elle recevait la pollution de 2 000 équivalents-habitants en 2004. Elle traite chaque année 200 000 m³ d'eaux usées.

4 000 tonnes de pollution minérale et 5 000 tonnes de pollution organique sont retirées chaque année de l'ensemble Porchon / Saint-Victor-sur-Loire.

En ce qui concerne l'A.N.C., 70 % des installations sont non-conformes dans le bassin stéphanois. 50 % des particuliers ont été visités. Seulement 5 % ont reçu un avis totalement favorable, et 26 % ont reçu un avis favorable s'ils effectuent quelques modifications. L'installation n'est pas conforme dans 64 % des cas. 5 % des propriétaires ignorent la localisation de leur fosse.

La Vallée du Gier. Depuis 1975, 11 communes de la Vallée du Gier et du P.N.R. du Pilat se sont regroupées pour créer le Syndicat Intercommunal d'Assainissement de la Vallée du Gier. Cellieu, Farnay, Genilac, L'Horme, La Grand-Croix, Rive-de-Gier, Saint-Chamond, Saint-Martin-la-Plaine, Saint-Joseph, Saint-Paul-en-Jarez et Sainte-Croix-en-Jarez en font partie. A l'époque, trois stations d'épuration sont prévues dans la Vallée du Gier. Un collecteur recueille les eaux usées de Saint-Chamond jusqu'à L'Horme. Un émissaire principal de 12 km achemine les effluents depuis L'Horme jusqu'à la station de Tartaras. Farnay, Genilac, Saint-Martin-la-Plaine et Saint-Paul-en-Jarez y sont raccordées. D'un niveau « Hors Classe » en 1980, le Gier est passé en qualité moyenne en 1990.

Localisation de la station	Capacité de traitement de la station d'épuration	
L'Horme	17 500 m ³ / jour (6 000 d'origine industrielle)	10 000 eq. hab.
Tartaras		60 000 eq. hab.
Saint-Chamond	21 500 m ³ / jour (8 000 d'origine industrielle)	100 000 eq. hab.

Tableau 40 : Capacité de traitement des stations d'épuration de la Vallée du Gier

Aujourd'hui, 14 communes adhèrent au S.I.A.M.V.G. (Cellieu, Châteauneuf, Farnay, Genilac, La Grand-Croix, L'Horme, Lorette, Rive-de-Gier, Saint-Joseph, Saint-Martin-la-Plaine, Saint-Maurice-sur-Dargoire, Saint-Paul-en-Jarez, Tartaras et Trèves).

La station de Tartaras a été mise en service en 1989. Elle traite les effluents de Genilac, Lorette, Rive-de-Gier, Saint-Joseph, Sainte-Croix-en-Jarez et la partie basse de Saint-Martin-la-Plaine. En 1992, elle pouvait traiter l'ensemble des eaux usées de la moyenne Vallée du Gier, depuis L'Horme.

Le 7 octobre 1992, G. DUCARRE, Maire de Saint-Chamond, et P. GUILHAUDIN, Directeur de l'Agence de l'Eau R.M.C., ont signé un contrat d'agglomération pour 6 ans et 102 MF de l'époque (54 MF versés par l'Agence de l'eau, 10 MF pour le Gier). A l'époque, il y avait 450 points de rejets directs d'eaux usées, sans traitement, dans la rivière Gier et son affluent le Janon. Le Janon est entré dans le Contrat de Rivière Gier, ce qui a imposé un traitement des effluents d'hydrocarbures de la RN 88 par déshuilage et décantage.

Le 1^{er} janvier 2000, la station d'épuration de L'Horme (la Maladière) a été mise en service après dix ans de travaux. Elle a une capacité de 65 000 E.H. 140 km de canalisations souterraines ont été construits. Elle peut traiter sur place plus de 90 % des boues. La Compagnie Générale des Eaux (Vivendi Environnement) y traite les eaux usées en provenance de Saint-Chamond (à l'exception du quartier de La Chabure) et de La Valla-en-Gier. Le volume traité s'élevait à 4 M m³ d'eaux usées en 2002, à 2 806 573 m³ en 2006.

Le 24 juin 2002, le Conseil Municipal de Saint-Chamond a accepté une convention avec la Ville de Saint-Etienne, qui a permis la construction d'un collecteur des eaux usées depuis le quartier stéphanois de Terrenoire et des hameaux environnants de La Chabure et de La Varizelle jusqu'à la station d'épuration de Saint-Chamond (1999), soit 7 500 E.H. Les eaux usées sont en réseau unitaire. Le 6 septembre, une convention pour l'assainissement a été signée entre le Maire de Saint-Etienne, M. THIOLLIERE, et le Maire de Saint-Chamond, G. DUCARRE. 5 km de canalisations ont été construits dans le lit du Janon pour raccorder les habitants de Terrenoire (Saint-Etienne) et de La Chabure (Saint-Chamond) à la station d'épuration des eaux usées de Saint-Chamond. Une station de pré-traitement des eaux a aussi été conçue. Le coût de l'ensemble de l'opération était de 3,3 M €.

A. MOULIN, Adjoint chargé de l'eau et de l'assainissement à la mairie de Saint-Chamond, a déclaré : « *Tout le monde ne sera pas raccordé à l'assainissement collectif, ça représente un coût important. [...] Pour l'A.N.C., l'état des lieux dressé au 31 décembre*

2006 met en évidence 705 installations, dont seulement 438 clients ont accepté la visite. D'entre elles, 8 % sont conformes, 25 % conformes avec réserves et 58 % non-conformes, dont 8 % non-conformes avec forte pollution. »

En 2004, la commune de Saint-Jean-Bonnefonds a décidé de construire une nouvelle station d'épuration plutôt que de raccorder ses canalisations d'eaux usées à la station de Saint-Chamond. La station a été inaugurée le 9 juin 2006. Elle peut traiter 900 m³ d'eaux usées par jour. La moitié de la population saint-jeandaire y est raccordée, l'autre moitié est raccordée à la station d'épuration du Porchon.

En 2008, la Ville de Rive-de-Gier a construit un bassin de stockage des eaux usées. Autrefois déversées dans le Gier, les eaux usées sont désormais acheminées jusqu'à une station de traitement.

La Vallée de l'Ondaine. Le S.I.V.O. a lancé une étude globale d'assainissement en 1988 et espère atteindre une classe 3 (qualité moyenne) à l'étiage sur l'Ondaine et une classe 2 (bonne qualité) en période normale. Il a adopté en 1989 un schéma général d'assainissement de la vallée. Le S.I.V.O. regroupe les communes de Caloire, Firminy, Fraisses, La Ricamarie, Le Chambon-Feugerolles, Saint-Ferréol-d'Auroure, Saint-Paul-en-Cornillon et Unieux. La population concernée est de 65 000 habitants.

Le S.I.V.O. a en charge le collecteur des eaux usées de l'Ondaine, la station d'épuration, l'Assainissement Collectif et l'Assainissement Non Collectif (depuis janvier 2004) dans la Vallée de l'Ondaine. 7 communes de la Vallée de l'Ondaine, à l'exception de Firminy, ont confié leur S.P.A.N.C. au S.I.V.O. Il s'agit de Caloire, Fraisses, La Ricamarie, Le Chambon-Feugerolles, Roche-la-Molière, Saint-Paul-en-Cornillon et Unieux.

En 1990, l'association SOS Ondaine pointait les insuffisances du traitement des eaux usées de la station d'épuration du Pertuiset. Seulement un quart des effluents auraient été traités.

En 1995, des travaux ont été effectués pour relier les eaux usées de la Vallée du Valchérie au gros collecteur de la Vallée de l'Ondaine mis en service par le S.I.V.O. en juin 1995. Le collecteur de la Vallée de l'Ondaine joint le secteur de la gare de La Ricamarie à la station d'épuration de la Noirie. Les communes de la Vallée de l'Ondaine ont financé l'ouvrage à hauteur de 70 MF (10,671 M €). La commune de Roche-la-Molière a construit sa station d'épuration. Les déchets non traités étaient entreposés à la décharge du Pateux, créée en 1972 par la société Benne Marrel.

Inaugurée le 29 juillet 1999, la station d'épuration de la Noirie traite les eaux usées des collecteurs installés depuis La Ricamarie (12 km) jusqu'au Pertuiset mais ne traite pas les eaux de l'Ondaine. La capacité de la station est de 80 000 E.H. Le coût de la station est de 9,91 M €. L'ancienne station ne pouvait traiter que 3 600 m³ / h. La nouvelle station a une capacité de traitement de 4 600 m³ / h. Elle peut éliminer 80 % de la pollution industrielle, et la totalité des déchets ménagers, mais ne peut traiter les hydrocarbures. Depuis mars 2000, la station d'épuration reçoit l'ensemble des affluents de la Vallée de l'Ondaine. Elle produit 5 364 tonnes de boues par an. En 2007, la station a traité 6,5 M m³ d'eaux usées. 1 % de l'eau aboutit dans l'Ondaine sans traitement. Le taux d'élimination de l'azote et du phosphore est de 98 %. Elle produit 5 000 tonnes de boues humides, 1 500 tonnes de matières sèches et 200 tonnes de sables. Depuis le 1^{er} janvier 2008, le S.I.V.O. ne peut plus stocker les boues au Centre d'Enfouissement du Pâteux. La Préfecture de la Loire a autorisé une mise en épandage agricole dans la Plaine du Forez.

La station fait partie du schéma global d'assainissement de la Vallée de l'Ondaine porté par le S.I.V.O. Il comprend :

- le collecteur général d'assainissement et ses déversoirs d'orage principaux pour un coût de 50 MF HT (7,622 M €).
- l'usine de dépollution du Pertuiset pour un coût de 71 MF HT (10,824 M €)
- 4 bassin d'orage pour un coût de 15 MF HT (2,287 M €)

Le S.I.V.O. s'est engagé dans la modernisation de la station d'épuration de la Noirie : *« La nouvelle station s'attachera à récupérer les sables transportés par les eaux pluviales et à les valoriser. Jusqu'à là, le sable enrobé de matières organiques était difficilement exploitable. Les 250 tonnes annuelles étaient donc enfouies au Pâteux à raison de 96 € la tonne ! Dès lors, il sera lavé et utilisé gratuitement par les communes composant le S.I.V.O. pour des travaux de terrassement. »*

Dans le cadre du Contrat de Rivière « Ondaine », la réalisation de l'assainissement de la Vallée du Cotatay a été effectuée en 2003 pour 0,5 M €. Les eaux usées sont désormais traitées à la station d'épuration de la Noirie. En 2006, les quartiers Beaulieu et du Pontin, situés sur la commune de Roche-la-Molière, ont été raccordés au collecteur de l'Ondaine.



Photo 23 : La station d'épuration de Roche Moulin à Saint-Just-Malmont et la Vallée de la Gampille (Y. BENMALEK)

A Saint-Just-Malmont, il y a trois stations d'épuration sur trois têtes de bassin versant : le Combobert, l'Echapre et la Gampille. Une station de traitement des eaux usées a été bâtie sur les rives de la Gampille en 1967. Les deux autres stations d'épuration, à la Chamarèche et au Sarret, n'ont pas donné entière satisfaction. La station du Sarret aurait pollué le ruisseau du Combobert, affluent de la Gampille et donc, de l'Ondaine. Elle sera raccordée à la station de la Chamarèche.

Une autre station a été bâtie en 1995 et mise en service en 1997. Elle a une capacité de 10 000 E.H. Sur la tête du bassin versant, d'après l'étude de schéma directeur d'assainissement mis en œuvre par la Communauté de communes Loire-Semène, certains réseaux d'eaux usées étaient en mauvais état en 2005. A Saint-Ferréol-d'Auroure, une nouvelle station d'épuration a été construite la même année (voir photo n°23 page 282).

Le sud des Monts du Lyonnais. Le S.I.CO.S. a installé le S.P.A.N.C. à Saint-Héand depuis le 1^{er} janvier 2006. Les communes de Fontanès, L'Etrat, La Talaudière, La Tour-en-Jarez, Saint-Christo-en-Jarez, Saint-Héand, Saint-Jean-Bonnefonds et Sorbiers sont concernées.

A Sorbiers, un bassin de pollution construit en 2005 permet de rejeter dans l'Onzon des eaux de meilleure qualité.

Valfleury a transféré la compétence S.P.A.N.C. au S.I.P.G.

Le Massif du Pilat. Bourg-Argental s'est équipé d'une station d'épuration en 1975. La municipalité a raccordé de nombreux quartiers au réseau d'eaux usées entre 1975 et 1981, et raccordé 80 % de la population entre le réseau séparatif et le réseau d'eaux usées. En 1981, les entreprises bourguisanes disposaient de leur propre dispositif épuratoire ou étaient raccordés au réseau d'eaux usées. La révision totale du réseau d'assainissement a été décidée cette année-là.

En 1994, la commune de Planfoy a mis en service une nouvelle station d'épuration. La station traite 125 m³ d'effluents par jour. En 2004, la municipalité de Planfoy avait pour projet la séparation des eaux pluviales et des eaux usées. Le Conseil Municipal de Marlhès souhaitait remplacer la station d'épuration vétuste et hors normes de 1978. Il a lancé une étude-diagnostic du réseau d'assainissement en 2005.

En 2005, à Jonzieux, *« la commune possède deux systèmes d'épuration de type lagunage pour traiter les eaux usées du bourg et de Basmouche. [...] La qualité des boues permettant d'envisager un épandage en milieu agricole en substitut des engrais, les agriculteurs qui ont des terrains susceptibles de les recevoir ont été contactés et les sols analysés. Les résultats étant positifs, il a été décidé de réaliser les travaux à l'automne 2005. Nous remercions les agriculteurs qui ont bien voulu collaborer avec la commune. »* (BULLETIN MUNICIPAL DE JONZIEUX).

En 2005, 380 habitants de la commune de Saint-Romain-les-Atheux étaient connectés à la station d'épuration de Pont Peyron. Elle est opérationnelle depuis juin 2002. C'est une station de type « filtre plantés de roseaux ». Elle a une capacité de 500 E.H.

Le S.P.A.N.C. est chargé du contrôle des assainissements individuels dans les communes du P.N.R. du Pilat depuis le 1^{er} janvier 2006. 34 communes se sont regroupées pour constituer le S.I.A.N.C. du Pilat.

Au Bessat, en 2008, d'après M. VERNAY, Premier Adjoint au Maire, *« la commune procède à l'installation d'une unité d'épuration à filtres plantée de roseaux. La lagune actuelle dessert 214 abonnés et est au maximum de sa charge d'absorption. L'objectif est d'atteindre une capacité d'épuration pour 900 habitants, soit supérieure à sa population de pointe en été, en tenant compte des raccordements supplémentaires susceptibles de s'y rajouter. »*

Le Plateau Pélussinois et la Vallée du Rhône. En 1982, un système de lagunage avec 3 bassins a été créé. Sa capacité est de 500 E.H. Toujours en service en 1995, il apparaissait alors comme largement sous-dimensionné. La commune de Maclas a alors entamé les travaux pour construire un réseau séparatif. Entre 1984 et 1987, un conflit important s'est difficilement résolu à Maclas entre l'A.S.E.P. et les Salaisons du Mont-Pilat, qui projetaient d'agrandir leur usine, et de créer une station d'épuration des eaux qui se jettent dans le ruisseau Fayon, affluent du Limony. Si la pollution était fortement diminuée par la station d'épuration, les quantités de chlorure de sodium rejetées étaient beaucoup plus importantes.

Le Conseil Général de la Haute-Loire a investi chaque année plus de 3 M € pour la réalisation des objectifs suivants :

- l'assainissement des bourgs et des hameaux
- l'instauration d'un réseau de suivi de débits et de la qualité des cours d'eau
- la déphosphatation des stations d'épuration

Un protocole a été signé en novembre 1992 entre le Président du Conseil Général, J. BARROT, et la Ministre de l'Environnement, S. ROYAL. Il a abouti à la création d'une charte départementale pour l'environnement et la qualité de la vie, signée le 19 février 1993. Les objectifs définis dans cette charte étaient les suivants :

- une meilleure gestion et une meilleure protection de la ressource en eau
 - la protection des captages
 - l'amélioration du rendement des réseaux et leur interconnexion
- une mesure plus précise de la qualité physicochimique et hydrobiologique des cours d'eau

27 communes de Haute-Loire dont Araules, Retournac, Saint-Jeures et Yssingaux accueillent 50 % des 5 000 tonnes de boues produites par la station de Chadrac, à proximité du Puy-en-Velay. Le Syndicat d'assainissement des eaux a passé une convention avec les agriculteurs pour l'épandage de ces boues. L'autre moitié des boues est épandue dans d'autres départements.

La Vallée de la Semène. En 1979, les eaux usées de la Maison de l'Eau à Marllhes étaient traitées par le lagunage, un procédé très peu utilisé à cette époque au-delà de 1 000 mètres d'altitude. La station d'épuration biologique de Saint-Genest-Malifaux date de 1999 et elle a une capacité de 3 300 E.H. Elle traitait 670 m³ / jour en 2002. Elle remplace l'ancienne

station de 1973 qui n'avait qu'une capacité de 1 500 E.H. De gros efforts d'installation de réseaux séparatifs ont été effectués sur la commune de Saint-Genest-Malifaux pour préserver la qualité du cours d'eau. 12 agriculteurs ont donné leur accord pour l'épandage des boues issues de la station d'épuration, soit 53 tonnes ou 500 m³ par an, sous le contrôle de la D.D.A.S.S.

A Saint-Romain-Lachalm, l'eau rejetée au ruisseau des Crozes est débarrassée à 98 % de ses matières organiques. La station d'épuration avec lits de roseaux, mise en service en 2006, a une capacité de 150 E.H. A cette époque, seulement la moitié des habitants de la commune y étaient connectés.

A Aurec-sur-Loire, le hameau des Sauvages ne dispose toujours pas de système d'assainissement.

La Communauté de communes Loire-Semène a la compétence S.P.A.N.C. depuis le 19 octobre 2005. Elle regroupe les communes suivantes : Aurec-sur-Loire, Pont-Salomon, Saint-Didier-en-Velay, Saint-Ferréol-d'Auroure, Saint-Just-Malmont, Saint-Victor-Malescours et La Séauve-sur-Semène.

Le S.I.V.U. Alliance gère l'assainissement des communes de Pont-Salomon et de Saint-Ferréol-d'Auroure. Le S.I.V.U. Saint-Didier / Séauve gère l'assainissement des communes de Saint-Didier-en-Velay et de La Séauve-sur-Semène.



Photo 24 : Station d'épuration à Grazac (Y. BENMALEK)

La Vallée de la Dunières. En 1990, des travaux ont été effectués pour connecter les égouts des communes de Saint-Pal-de-Mons et de Sainte-Sigolène. Saint-Pal-de-Mons a choisi en 2007 de moderniser sa station d'épuration par le choix d'associer un système de lit bactérien et un filtre planté de roseaux pour le traitement des boues. La capacité de la station est de 1 500 E.H.

La station d'épuration de Dunières a été rénovée en 1994 et en 2006. La dernière a été mise en service le 2 mai 2006 et utilise un procédé de filtres à roseaux. Ce procédé, en provenance de l'Allemagne et du Danemark, est de plus en plus utilisé en Haute-Loire. Auparavant, les agriculteurs de la région épandaient les boues issues de la station d'épuration. Depuis 2004, ils ne souhaitent plus effectuer d'épandage. Le taux d'épuration de la station est de 97,5 %.

La station d'épuration de Riotord a été construite en 2006. A Riotord, la teinturerie ne colore plus la Dunières depuis 1994.

L'usine de régénération des plastiques de Saint-Pal-de-Mons ne rejette plus ses boues dans la rivière et dispose de sa propre filière de traitement des eaux usées depuis 1994.

A Sainte-Sigolène, la station de la Bâtie a été reconstruite en 1995. La station de la Rouchouse a été mise aux normes entre 2001 et 2002. Une autre station traite l'assainissement du Villard, ainsi qu'une autre station sur le village de Perlat - La Croix de Furge depuis 2006. Un projet de station de traitement était en cours sur le village de Grangeneuve.

La station d'épuration d'Oumey, à Raucoules, a été entièrement refaite en 2005 pour cause de dysfonctionnements révélés depuis sa construction en 1995. Elle fonctionne sur un système de lits de roseaux.

Montfaucon-en-Velay a construit une nouvelle station d'épuration en 2006. Elle a été mise en service en juillet 2007. L'ancienne datait de 1975. La nouvelle station peut traiter un mélange d'effluents usés domestiques et d'eaux pluviales, soit une capacité de 1 800 E.H. Son procédé est de type boues activées en aération prolongée (bassin d'aération et clarificateur). Les boues sont traitées par des filtres plantés de roseaux. Le coût est de 0,65 M € H.T. (subventions à 40 % du Conseil Général de Haute-Loire et 35 % de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne). En 2006, la commune de Chenereilles a pris l'engagement de revoir son système d'épuration.



Photo 25 : Station d'épuration à Araules (Y. BENMALEK)

L'Yssingelais et la Vallée du Lignon. Yssingaux dispose d'une station d'épuration, à Apilhac. Sa capacité est de 12 000 E.H. et sa capacité de traitement est de 4 000 m³ par jour. Elle date de février 1989.

Saint-Maurice-de-Lignon a inauguré sa nouvelle station d'épuration le 30 septembre 2006, pour une capacité de 4 500 E.H., contre 1 500 pour l'ancienne. Le programme d'assainissement comprenait aussi une unité de traitement des boues. Le S.P.A.N.C. est compétence de la Communauté de communes du Pays des Sucs.

La station d'épuration de Montfaucon-en-Velay date d'août 1976, elle a été mise aux normes entre 2002 et 2003. La station d'épuration du Chambon-sur-Lignon date de l'été 1977.

A Raucoules, la station d'épuration d'Oumey a été conçue en 1996, et remise aux normes en 2006.

A Saint-Jeures, la station d'épuration des Moulins, qui datait de 1993 était une source de pollution régulière pour le ruisseau Mousse, affluent du Lignon. Elle a été reconstruite en 2006. Sa capacité est de 200 E.H. Elle utilise un procédé de type filtres à roseaux.

La commune de Tence a procédé à la remise aux normes de la station des Salettes en 2006. Elle datait de 1986 et pouvait traiter les eaux usées de 3 500 E.H. *« A ce jour un plan d'épandage en terrain agricole a été finalisé avec les services agricoles et sanitaires*

compétents. Cette technique aura ses limites au vu des directives européennes en préparation. Les boues sont analysées avant chaque épandage ainsi que les terrains concernés. [...] Il reste à mettre en place les séparatifs sur toute la commune. Seulement 50 % du réseau a subi ces modifications. En cas de fortes pluies ou orages, la station de traitement ne peut traiter les quantités trop importantes. » (BULLETIN MUNICIPAL DE TENCE, HIVER 2005-2006).

La station d'épuration de la Bergeronne a été réhabilitée à Chenereilles.

Aux Villettes, la nouvelle station d'épuration de Crossac a été mise en service fin 2007.

La Communauté de Communes du Haut-Lignon (Chenereilles, Le Chambon-sur-Lignon, Le Mas-de-Tence, Le Mazet-Saint-Voy, Saint-Jeures, Tence), la Communauté de Communes des Marches du Velay (Beauzac, La Chapelle-d'Aurec, Monistrol-sur-Loire, Saint-Pal-de-Mons, Sainte-Sigolène, Les Villettes) et le S.E.L.L. ont pris la compétence S.P.A.N.C.

4.3 L'enjeu de la préservation et de la mise en valeur du patrimoine et la redécouverte des cours d'eau pour les citoyens

L'institut TNS Sofres a réalisé un sondage entre le 2 janvier et le 26 février 2006 auprès d'un échantillon national de 3 942 individus âgés de 15 ans et plus. 52 % des Français interrogés ont déclaré ne pas gaspiller l'eau du robinet.

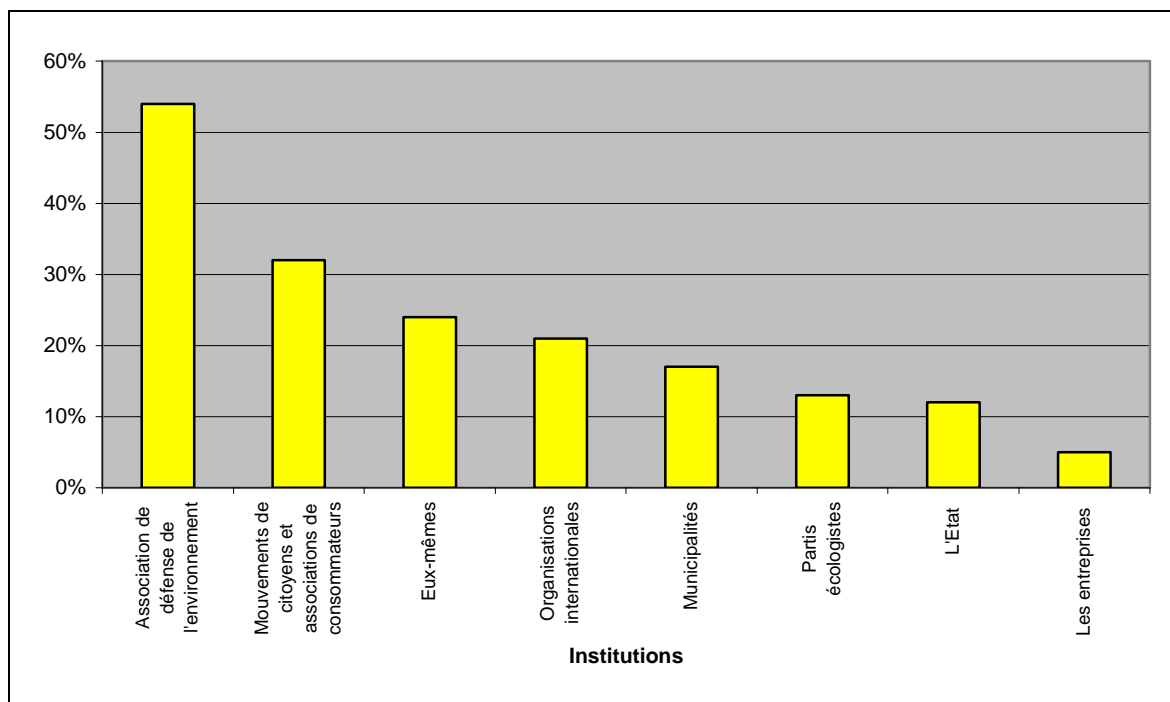


Figure 133 : Pourcentage de confiance des Français dans une institution pour la préservation des ressources (TNS-SOFRES, 2006)

En 2006, les Français interrogés font d'abord confiance aux associations de défense de l'environnement et aux mouvements de citoyens. Ils ont beaucoup moins confiance dans les institutions politiques pour la préservation des ressources. Si les services de l'Etat et les entreprises interviennent dans la protection des ressources, leur action est perçue comme le fruit des dépenses des contribuables. A l'échelle nationale (accidents pétroliers), comme à l'échelle locale (pollution des cours d'eau par les hydrocarbures), les entreprises sont encore pointées du doigt. L'action des associations apparaît plus saluée, car de nombreux bénévoles interviennent directement sur les cours d'eau.

Le C.P.I.E. du Velay a effectué l'analyse du questionnaire « L'eau à votre avis », datant de 2003. En Haute-Loire, l'eau apparaît d'abord comme une ressource fragile. 67 % de la population interrogée estime que le département altiligérien connaîtra des problèmes de disponibilité de la ressource en eau à l'échelon 2025. 75 % prétendent effectuer chaque jour un geste pour la préservation de l'aspect quantitatif de la ressource en eau, et 73 % affirment effectuer chaque jour un geste pour la préservation de l'aspect qualitatif de la ressource en eau. 80 % des personnes ont avoué avoir modifié leurs habitudes pour préserver la ressource en eau au cours des dernières années. C'est principalement la récupération de l'eau de pluie qui apparaît comme le geste le plus cité. Pour « inciter les

usagers à avoir un comportement citoyen vis-à-vis de l'eau », 53 % des personnes pensent qu'il faut « développer les actions d'information et de sensibilisation », et 25 % estiment qu'il faut « mettre en place des mesures de répression ». Seulement 5 % des personnes qui ont retourné le questionnaire estiment que l'augmentation du prix de l'eau sera une mesure efficace et prioritaire.

Pourcentage de réponses indiquant un mauvais goût	Communes concernées
29 %	Les Villettes, Sainte-Sigolène
28 %	La Séauve-sur-Semène, Saint-Didier-en-Velay, Saint-Victor-Malescours
25 %	Retournac
22 %	Montfaucon-en-Velay, Montregard, Raucoules, Saint-Bonnet-le-Froid
20 %	Chenereilles, Le Mas-de-Tence, Tence
12 %	Araules, Grazac, Lapte, Saint-Maurice-de-Lignon, Yssingaux
10 %	Pont-Salomon, Saint-Ferréol-d'Auroure

Tableau 41 : Pourcentage de réponses au questionnaire « L'eau à votre avis » donnant un "mauvais goût" de l'eau du robinet en fonction des communes du S.I.C.A.L.A. « Antenne de Tence »

Le pourcentage de personnes attribuant un mauvais goût de l'eau sur le nord-est de la Haute-Loire est très variable. Il évolue entre 10 et 29 %. Il est très difficile d'en déterminer l'origine et de relever des secteurs où l'eau a « bon goût » ou « mauvais goût ».

4.3.1 Le nettoyage des cours d'eau

Cours d'eau	Date	Lieu	Institution à l'origine de l'opération de nettoyage	Intervenants
Janon (affluent du Furan)	27.06.1977	Saint-Etienne (Terrenoire)	Centre Social de Terrenoire, D.D.E.A., Fédération de Parents d'élèves, Fédération Départementale des Chasseurs de la Loire, F.D.P.P.M.A. 42, Ville de Saint-Etienne	Enfants
Cotatay	30.11.1980	Le Chambon-Feugerolles (Quartier des Eaux- Vives)	A.A.P.P.M.A. du Chambon-Feugerolles, Ville du Chambon-Feugerolles	Lycéens, pêcheurs et personnel municipal
Déôme	07.1981	Vallée de la Déôme	Agence de Bassin Rhône-Méditerranée et Corse, D.D.A. 42, P.N.R. du Pilat, S.I.V.O.M. de Bourg-Argental	-

Troisième partie : L'évolution des besoins en eau depuis les trente dernières années

Cours d'eau	Date	Lieu	Institution à l'origine de l'opération de nettoyage	Intervenants
Dorlay (affluent du Gier)	07.1987	5 km de cours d'eau jusqu'à la confluence avec l'Argental, 1 km sur l'Argental	Agence de Bassin R.M.C., O.N.E.M.A., P.N.R. du Pilat	Jeunes de la commune de La Terrasse-sur-Dorlay
Déôme	06.1989	-	A.A.P.P.M.A., Communes de Bourg-Argental et de Burdignes, Conseil Général de la Loire, P.N.R. du Pilat	30 élèves du collège Saint-Joseph de Bourg-Argental
Loire	11.03.1990	Aurec-sur-Loire, Bas-en-Basset, Retournac	A.A.P.P.M.A. 43, Collectif SOS Loire Vivante, F.D.P.P.M.A. 43	
Déôme	09.06.1990	-	C.P.I.E. de Marlhès, dans le cadre des Journées Nationales de l'Environnement	Grand Public
Janon (affluent du Furan)	31.08.1991	Saint-Etienne (Rochetaillée)	Commune de Rochetaillée, P.N.R. du Pilat	Bénévoles et enfants
Dorlay (affluent du Gier)	31.08.1991	Doizieux, La Grand-Croix, La Terrasse-sur-Dorlay, Saint-Paul-en-Jarez	Fédération des Jeunes pour la Nature de Saint-Paul-en-Jarez	Enfants
Ruisseau de l'Arbuel	31.08.1991	Condrieu	Association Familiale de Condrieu, P.N.R. du Pilat	Adolescents
Onzon (affluent du Furan)	26.10.1991	Sorbiers	Communes de Sorbiers et de La Talaudière, Société Onyx	Bénévoles
Gampille (affluent de l'Ondaine)	13.09.1992	Firminy, Saint-Just-Malmont	Association « Ondaine Environnement », Société de Pêche du Grand-Bois, Villes de Firminy et de Saint-Just-Malmont	Bénévoles et techniciens de la ville de Firminy
Déôme	30.09.1992	Bourg-Argental, Saint-Sauveur-en-Rue	Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée et Corse, Conseil Général de la Loire, C.P.I.E. des Monts du Pilat, Maison Familiale de Bourg-Argental, P.N.R. du Pilat	-
Loire	25.03.1995	Barrage de Grangent	Opération « Nettoyage de printemps » du S.M.A.G.L.	Bénévoles
Furet (affluent du Furan)	07.1995	Saint-Etienne (Zone du Fouet)	Association Passe-Muraille et Association Sauvegarde pour l'Enfance	2 équipes de 8 jeunes
Dunières	04.12.1995	Dunières et affluents	Familles Rurales Riotord, F.D.P.P.M.A. 43, O.N.E.M.A., S.I.C.A.L.A. « Antenne de Tence »	Demandeurs d'emploi
Ondaine	20.07.1996	Ondaine	A.D.S.E.A. de Firminy, Communes de Firminy et du Chambon-Feugerolles	Adolescents
Semène	28.03.1997	-	A.A.P.P.M.A. La Truite des Grands Bois	Adhérents de l'A.A.P.P.M.A.
Les Arcs (affluent du Gier)	30.04.1997	La Grand-Croix	Société Onyx, Syndicat Intercommunal du Pays du Gier	25 élèves du lycée Saint-Michel de Saint-Etienne
Onzon	07.06.1997	Sorbiers	Mairie de Sorbiers	Enfants des conseillers municipaux

Troisième partie : L'évolution des besoins en eau depuis les trente dernières années

Cours d'eau	Date	Lieu	Institution à l'origine de l'opération de nettoyage	Intervenants
Ondaine	05.06.1999	Unieux (Le Pertuiset)	Association Mille Feuilles, S.I.V.O.	Bénévoles
Furet	28.09.2001	Planfoy	Bureau d'études CESAME, D.D.E.A., Mairie de Planfoy, P.N.R. du Pilat	-
Onzon	15.03.2002	Sorbiers	Municipalité de Sorbiers	Employés de la municipalité, Riverains
Dunières	14.07.2005	Dunières	A.A.P.P.M.A. de Dunières-Riotord	Bénévoles
Quatre-Aigues (affluent du Janon)	03.11.2005	Saint-Etienne (Rochetaillée)	I.U.T. de Saint-Etienne	Bénévoles et étudiants de l'I.U.T.
Semène	13.04.2006	Saint-Didier-en-Velay (Pont de la Clare)	A.A.P.P.M.A. de Saint-Didier-en-Velay, C.P.S.F.V.	Bénévoles
Onzon (affluent du Furan)	08.06.2006	La Talaudière	Commune de La Talaudière, Saint-Etienne Métropole	Enfants du Conseil Municipal de La Talaudière
Dunières	12.07.2006	Riotord	A.A.P.P.M.A. Dunières-Riotord	Bénévoles
Semène	25.04.2007	Saint-Didier-en-Velay (Pont de la Clare)	A.A.P.P.M.A. de Saint-Didier-en-Velay, C.P.S.F.V.	Bénévoles
Semène	12.04.2008	Pont-Salomon	A.A.P.P.M.A. de Saint-Didier-en-Velay	Bénévoles
Siaulme (affluent du Lignon)	23.08.2008	Yssingaux	A.A.P.P.M.A d'Yssingaux	Bénévoles
Onzon	21.03.2009	La Tour-en-Jarez	Mairie de La Tour-en-Jarez	Bénévoles

Tableau 42 : Les opérations de nettoyage des cours d'eau entre 1976 et 2009 (LA GAZETTE SAINT-ETIENNE METROPOLE, LA GAZETTE HAUTE-LOIRE, LA TRIBUNE - LE PROGRES)

Cette liste non exhaustive ne saurait faire oublier les multiples travaux engagés par les structures intercommunales, avec pour objectif le retour à l'emploi de nombreux demandeurs d'emploi. Les associations de pêche et les collectivités locales se sont beaucoup impliquées dans le nettoyage des cours d'eau. Les enfants, adolescents ont été associés à de nombreuses opérations.

4.3.2 Les villes redécouvrent les cours d'eau : la question de l'image et le retour à la lumière

Il n'est pas toujours possible de découvrir tout le patrimoine sur le linéaire du cours d'eau. Les points d'accès au cours d'eau sont assez limités. A l'image des itinéraires touristiques à vélo le long de la Loire ou des berges du Rhône, il sera peut-être bientôt possible de découvrir de manière continue les principaux cours d'eau de notre région. Le S.I.C.A.L.A. « Antenne de Tence » a ainsi soutenu la mise en place d'un sentier d'interprétation de la forêt des Gorges du Lignon.

Le Furan. La rivière a été couverte à Saint-Etienne dès 1856. Elle recevait depuis la Révolution Industrielle de nombreuses poubelles, cuves de teintureries, déchets animaliers des boucheries et latrines. Le Maire de Saint-Etienne de l'époque, M. FAURE-BELON, prit un arrêté le 24 juin 1856 stipulant qu'il est « *expressément défendu de se baigner, à l'intérieur de la ville, dans les eaux du Furens et de ses biefs.* » Le 1^{er} avril 1995, les écoliers de 6 établissements scolaires ont peint des poissons bleus sur l'ensemble du parcours souterrain du Furan dans la Ville de Saint-Etienne. De nombreux enfants ont ainsi pu prendre conscience de la présence de la rivière en milieu urbain, entre les quartiers de Valbenoîte (au sud de la ville) et de Bergson (au nord de la ville). Depuis janvier 1995, un concours de dessin était associé à cette initiative. 140 enfants, issus de 6 établissements scolaires différents, ont représenté leur image de la rivière, avec un aspect idyllique bien loin de la réalité du cours d'eau. L'imagination a été jusqu'à la représentation de gondoles, comme à Venise, une situation bien évidemment impossible compte tenu du gabarit du cours d'eau et de la présence d'une ville de plus de 150 000 habitants sur son lit. Il est question de réhabilitation du Furan à Saint-Etienne mais ce projet ne verra pas sa réalisation à court terme.

Un chemin piétonnier a été créé en 2002 le long de l'Onzon à La Talaudière.

Le Gier. S. BERTHOLON écrivait en 1927 : « *Il est des travaux de haute importance qui devraient passer avant tout. Nous voulons parler de l'achèvement de la couverture du Gier que réclame impérieusement l'hygiène.* » M. FOURNIER¹⁵ qualifiait le Gier de « *clochard, cachant sa détresse sous un manteau de boue. [...] Un Gier fétide et hideux qui*

¹⁵ FOURNIER M, 1938, *La Vallée ardente : scènes de la vie populaire*, Saint-Etienne, 474 p.

étale les déchets empoisonnés des usines au pied des vieilles maisons bâties sur ses bords et où logent les ouvriers. » La rivière Gier a été couverte à Saint-Chamond de la confluence Janon-Gier au pont Saint-Pierre dès 1896. La fin de la couverture à Saint-Chamond date de 1963. A Rive-de-Gier, la rivière a été couverte sur 1,2 km entre 1934 et juillet 1983. L'un des principaux enjeux des décennies à venir est la redécouverte du patrimoine ancien des cours d'eau, le rapprochement entre le milieu naturel et le citoyen par le biais de sentier d'interprétation et la redécouverte des cours d'eau urbains. Le site le plus intéressant pour la redécouverte d'un patrimoine urbain et d'un cours d'eau en centre-ville est le Gier à Rive-de-Gier sur le site de l'ancienne gare.

L'Ondaine. M. GASPARINI, de l'Association Mille Feuilles APIEU, organisait des séances de découverte des cours d'eau pour les enfants de communes de la Vallée de l'Ondaine. Il a porté son action sur le fleuve Loire, car *« les enfants de La Ricamarie et du Chambon-Feugerolles connaissent mal leur rivière parce qu'elle est peu visible »*.

Pour J.-M. PARDO, du S.I.V.O., l'image que les enfants de la vallée avaient de leur rivière était plutôt négative et a tendance à évoluer positivement : *« Lorsque l'on interroge les enfants sur l'Ondaine avant la visite, ils nous disent que c'est un égout, qu'il y a des rats et qu'elle est polluée. Après quelques heures au bord de l'eau, ils n'ont plus le même discours. »*



Photo 26 : L'Ondaine au Chambon-Feugerolles : gabions et revégétalisation des berges (Y. BENMALEK, 09.05.2009)

Les opérations de renouvellement urbain au Chambon-Feugerolles sur l'Ondaine vont dans le sens de la réhabilitation du cours d'eau. 480 mètres du linéaire de l'Ondaine ont été découverts au Chambon-Feugerolles, au niveau de la Zone Industrielle Saint-Thomas.

4.3.3 L'éducation à un environnement aquatique

Le territoire d'étude est un véritable laboratoire d'études, de remises en cause de certaines pratiques pour l'obtention d'une mise en valeur d'un patrimoine environnemental aquatique capital à préserver.

En matière d'éducation à l'environnement aquatique, il n'y a pas de véritable unité dans l'agglomération stéphanoise. Le S.M.A.G.L., fondé en 1967 et le P.N.R. du Pilat, créé en 1974, figurent parmi les outils les plus anciens en la matière. Le C.P.I.E de Marlhes, inauguré en 1977, maintient la pérennité de l'interface environnement – société. Cette structure à 1 000 mètres d'altitude permet à nombre d'élèves de classes vertes de découvrir le fonctionnement d'un ruisseau de qualité, l'Ecotay, en lien avec les activités agricoles et la production forestière. Le 20 janvier 1992, une convention de partenariat entre le C.P.I.E. des Monts du Pilat, la Lyonnaise des Eaux-Dumez et le P.N.R. du Pilat a été signée pour une durée de 3 ans. L'objectif était de construire des actions d'information et de communication dans le domaine de l'eau.

Toutefois, le Massif du Pilat n'est pas le territoire le plus affecté en matière de qualité de l'eau ni le plus vulnérable en matière de ressource en eau. Trois types de secteurs d'intervention peuvent être ciblés.

Les lieux d'intervention ponctuels apparaissent comme des sites laboratoires. L'étang paysager de La Talaudière, la mare pédagogique du Collège Marc Seguin de Montreynaud font partie de ce type de secteurs-clés. Les acteurs ne poursuivent pas tout à fait le même objectif. A La Talaudière, depuis 2002, sur le site de la Maison de la Nature, la qualité de l'intégration paysagère est mesurée. A Montreynaud, l'approche expérimentale par les plus jeunes est privilégiée.

Cœurs de cible de l'Education à l'Environnement, les cours d'eau des anciennes vallées industrielles ont des enjeux importants. Alimentation en eau, assainissement, risques d'inondation sont autant de sujets abordés à la Semaine des Sources depuis 1999 par la Ville de Saint-Etienne. Les enfants sont conviés à l'amont de la cité stéphanoise à la découverte de la haute vallée boisée du Furan. A l'aval, la station d'épuration du Porchon, en pleine restructuration, est visitée. Il s'agit de transmettre la notion de patrimoine aux plus jeunes. En effet, la rivière est couverte et peu d'éléments permettent de signaler sa présence en milieu urbain.

Les objectifs sur le Gier sont différents. Le passage à une époque post-industrielle s'effectue lentement. Le Contrat de Rivière a apporté des résultats indiscutables en matière de qualité de l'eau et de qualité paysagère, mais la réalité de certains affluents est parfois différente. Malgré les actions de l'Agence de l'Eau R.M.C., et du S.I.P.G., avec l'établissement de livrets pédagogiques pour un public scolaire, existe-t-il une mémoire de l'eau dans la vallée ? De nombreux équipements récents (Barrage du Dorlay), plus anciens (Barrage du Couzon), ou disparus (canal de Givors, bassin de joutes de Rive-de-Gier) ; les inondations récentes de décembre 2003 en sont pourtant les témoins.

Dans la Vallée de l'Ondaine, le public scolaire est aussi privilégié par l'Education à l'Environnement. Les enfants ont construit les maquettes de la vallée et y ont placé les éléments propres à la gestion de l'eau : retenues artificielles, grands réservoirs, collecteur et station d'épuration. Dans quelques années, il sera possible de mesurer l'impact de ces interventions ponctuelles sur la mémoire collective. Les nombreuses pollutions historiques et les inondations de 2007 au Chambon-Feugerolles sont malheureusement là pour y contribuer. Cela est-il nécessaire pour prendre conscience de la fragilité du milieu ? Oui si l'on en croit la présence de nombreuses associations de défense de l'environnement depuis des décennies.

Troisième secteur d'intervention pour l'éducation à l'environnement aquatique : le fleuve Loire. Le cadre d'expérimentation dépasse l'agglomération stéphanoise. L'Ecopôle du Forez, à Chambéon, créé en 1987 par la F.R.A.P.N.A. Loire dans une gravière au bord de la Loire est aussi éloigné territorialement de Saint-Etienne que la réserve de l'île de la Platière sur le Rhône. Ce sont toutefois des lieux à portée des familles pendant la belle saison. La plage et le port de plaisance de Saint-Victor-sur-Loire sont des lieux beaucoup plus fréquentés. Comment intervenir lorsque les sources de pollution sont aujourd'hui de plus en plus extérieures à l'agglomération ?

Le territoire du S.I.C.A.L.A. « Antenne de Tence » est aussi un terrain d'éducation à l'environnement. Il l'est à destination des plus jeunes, puisque nombre de classes visitent les stations d'épuration modernisées du nord-est du Département de la Haute-Loire. C'est aussi un terrain de mémoire, puisque l'Association pour le Patrimoine du Plateau Vivarais Lignon et le C.P.I.E. des Monts du Velay proposent régulièrement des expositions sur les métiers d'hier et d'aujourd'hui liés à l'eau. En janvier 2006, le Conseil Général de Haute-Loire s'est impliqué dans l'animation du S.A.G.E. Loire amont et dans la mise en place de l'Observatoire de l'eau. L'objectif de l'Observatoire Départemental de l'Eau est *« d'assurer la centralisation, l'analyse et la valorisation des données disponibles en matière de gestion de l'eau, puis de favoriser, aux moyens d'outils informatiques adaptés, l'accès à l'information à un large public »*.

L'éducation à l'environnement aquatique dans la région a une histoire désormais vieille de plus de trente ans. Depuis longtemps, les enfants sont associées à des démarches mêlant découverte, expression et expérimentation, dans un cadre scolaire ou de loisirs. Plusieurs interrogations subsistent. Comment mesurer l'impact de toutes ces mesures sur une société qui a évolué dans ses pratiques ? Face aux mauvaises odeurs, à l'emprise de l'automobile et des activités industrielles, les autorités ont voulu cacher la partie visible du milieu aquatique au cours du XX^{ème} siècle. Comment réactiver une mémoire de l'eau dont les manifestations sous toutes ses formes – sécheresses, pollutions, débordements – sont monnaie courante depuis plus de trente ans ? Comment associer ensuite cette société aux prises de décisions qui auront inmanquablement des répercussions sur le quotidien ?

Les conflits se sont instaurés autour de trois secteurs différents et pour trois raisons différentes :

- la répartition de l'usage de l'eau dans la Vallée du Gier autour des retenues collinaires
- l'utilisation de l'eau de la nappe alluviale du Rhône
- les prélèvements excessifs et le transfert entre bassins versants dans le Bassin versant du Lignon vellave

Autrefois, l'industrie était au cœur des revendications. Aujourd'hui, c'est un face à face entre l'agriculture et une pression démographique relativement forte.

Pendant des décennies, bonne qualité de l'eau a été synonyme d'eau épurée. Les stations d'épuration se sont multipliées, leur remise aux normes est toujours d'actualité. La logique du traitement de l'eau était donc linéaire depuis les années 1970. Le début des années 1990 a été marqué par une prise en compte spatiale de la question. Assainir, c'est désormais limiter la production de polluants sur l'ensemble du bassin versant. Il reste encore des progrès à accomplir dans certains domaines :

- le cours d'eau est encore parfois considéré comme une poubelle : incivilités, « incidents » industriels, pollution par les cuves de stockage
- les boues des stations d'épuration contiennent des produits indésirables
- comment mesurer la pollution des sols ?

De nombreuses structures ont donc été mises en place dans le domaine de la gestion de la ressource en eau. Quelles sont les réponses apportées face aux crises, structurelles ou conjoncturelles, que connaît cette ressource en eau ? Les prochains éléments doivent nous permettre de mieux appréhender cette réflexion.

Les enjeux sont multiples. Le territoire est majoritairement rural. Dans la couronne périurbaine stéphanoise, la population croît rapidement. Ces communes, soumises à une certaine pression démographique, veulent trouver rapidement plusieurs solutions pour l'alimentation en eau potable. Même dans les secteurs peu densément peuplés, le captage de sources n'apparaît plus viable à court terme. En ville comme à la campagne, la consommation d'eau, sans être excessive, dépasse largement les besoins primaires. Tous ne paient pas le même prix.

Beaucoup peuvent être satisfaits de la qualité de l'eau. En ville, l'assainissement a été modernisé. A la campagne, il a été complété. Le pourcentage de rejets directs à la rivière est désormais très faible. Quelques stations d'épuration connaissent encore quelques dysfonctionnements. Le traitement de l'eau est efficace car environ 9 prélèvements sur 10 sont conformes.

L'image du cours d'eau n'est pourtant pas très positive. Les mentalités mettent du temps à évoluer. Encore qualifié et utilisé comme une déchetterie par endroits, le cours d'eau est aussi source d'odeurs nauséabondes. Beaucoup d'efforts ont été effectués mais comment faire face en période de crise ? Notre problématique étant axée sur la notion de ressource, nous allons aborder les questions liées à l'étiage et à la sécheresse.

Quatrième partie : Des périodes de crise, les périodes de sécheresse

Si l'on souhaite avoir une vision globale de la ressource en eau sur l'ensemble du territoire, cela passe par une étude approfondie des épisodes de sécheresses au cours des dernières décennies. Nous aurions pu remonter à 1947 mais les données disponibles sont très fragmentaires et la société actuelle n'a plus rien à voir avec la société de l'après-guerre. Les périodes de sécheresses sont des époques où la ressource en eau est mise à mal par la manifestation d'un risque climatique. Le phénomène s'étend sur un espace déterminé pendant une période donnée.

Qu'est-ce que la sécheresse ? Il y a plusieurs types de sécheresses. D'après M. BERNARDI, du Département du Développement Durable de l'O.N.U. pour l'alimentation et l'agriculture, le point de départ d'un épisode de sécheresse est lié à un phénomène atmosphérique : *« La sécheresse pourrait être définie comme une période prolongée de précipitations insuffisantes, normalement une ou plusieurs saisons, qui causent un déficit d'eau dans certains secteurs de l'économie d'un pays. La sécheresse doit être considérée par rapport :*

- *à certaines conditions moyennes à long terme du bilan final des précipitations et de l'évapotranspiration dans une région particulière*
- *à l'échelle temporelle*
- *à l'efficacité des précipitations ».*

Si le phénomène météorologique se prolonge, la sécheresse devient une sécheresse hydrologique : *« La sécheresse hydrologique est liée avant tout au déficit pluviométrique de la période automne-hiver. [...] La sécheresse hydrologique correspond à un déficit de réalimentation des nappes souterraines, consécutif à un déficit pluviométrique prolongé [...] du mois de décembre au mois de février lorsque, après la reconstitution des réserves en eau du sol, l'excédent pluviométrique percole vers la nappe. »* (A. PFLIMLIN, 1997).

Le manque d'eau dans les cours d'eau entraîne un déficit en eau dans les nappes d'approvisionnement. Cela se traduit par une sécheresse pédologique, ou sécheresse des sols, qui devient agronomique ou agricole si elle signifie un manque de rendement des cultures. *« La sécheresse agricole est liée avant tout au déficit pluviométrique sur la*

période printemps-été, l'une pouvant renforcer l'autre quant à leurs conséquences sur la production agricole. La sécheresse agricole se manifeste à partir du moment où l'alimentation hydrique de la plante va souffrir d'un manque d'eau dans le sol, ce qui va perturber son fonctionnement physiologique. Elle est donc associée à un déficit d'eau dans le sol, diagnostiqué directement par le calcul du bilan hydrique dans le premier mètre de profondeur. » (A. PFLIMLIN, 1997). D'après le B.R.G.M., « La sécheresse est surtout l'insatisfaction d'une attente, voire d'un « dû » dans l'esprit de certains. » « Une sécheresse n'est généralement pas prévisible. » (B. PILLET, 1995).

Comment faire face à la sécheresse ? Plusieurs réponses peuvent être envisagées. D'après l'Office International de l'Eau, « *trois autorités peuvent intervenir pour remédier aux conséquences d'une sécheresse : le Maire, le Préfet de Département, le Préfet Coordonnateur de Bassin.*

- le Maire peut [...] limiter les usages de l'eau sur le territoire communal lorsqu'il existe un risque pour la santé ou la salubrité publiques. Il devra [...] faire appliquer les mesures décidées au niveau préfectoral lorsque la situation prendra de l'ampleur.

- le Préfet du Département est chargé d'assurer la gestion et la Police de l'Eau au nom de l'Etat, il peut [...] limiter voir même d'interdire provisoirement certains usages de l'eau sur l'ensemble du département.

- le Préfet coordonnateur de Bassin peut [...] prendre des mesures qui s'appliqueront dans l'ensemble des départements faisant partie d'un même bassin hydrographique. »

L'O.I.E. évoque aussi les sanctions : « *Les personnes ne respectant pas les mesures de restrictions définies dans les arrêtés préfectoraux risquent une amende dont le montant peut s'élever jusqu'à 1 500 euros, voire 3 000 euros en cas de récidive. »*

¹⁹ VIGNEAU J.-P., 2005, *Climatologie*, Coll. Campus, Ed. A. Colin, 200 p.

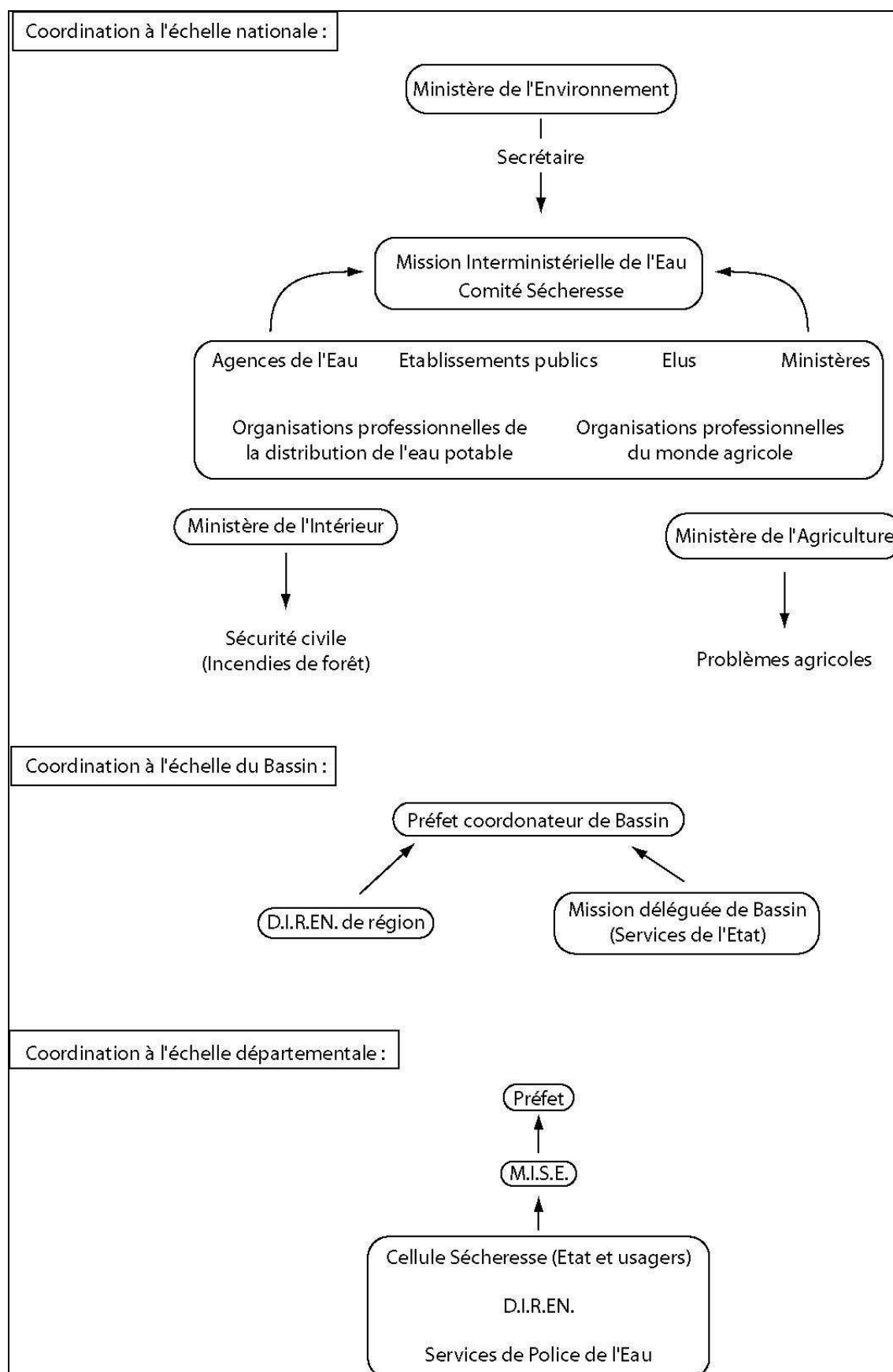


Figure 134 : L'organisation de la coordination interministérielle dans le domaine de l'eau en période de sécheresse (d'après A.PFLIMLIN)

En 2006, le Préfet de la Loire, M. MORIN, a fixé un arrêté cadre déterminant les seuils de vigilance, de pénurie et de crise à partir des données hydrométriques dans le Département de la Loire. La Semène et la Valencize sont les cours d'eau de référence sur le territoire d'étude. Les situations sont ainsi définies :

« Seuil de vigilance : Cette situation correspond au niveau des cours d'eau et des nappes où tous les usages sont satisfaits sans préjudice pour le milieu mais à partir duquel la situation est susceptible de s'aggraver en l'absence de pluies significatives au cours des jours à venir. Le passage de la situation normale à la situation de vigilance [...] se fait globalement pour tout le département, donc pour les 4 zones hydrographiques lorsqu'au moins 2 des 4 stations de référence ont atteint ou dépassé le seuil de niveau 1, pendant 7 jours consécutifs.

La situation de pénurie correspond au niveau des cours d'eau et des nappes en dessous duquel la coexistence de tous les usages et le bon fonctionnement du milieu aquatique ne sont plus assurés. Le passage du niveau de vigilance au niveau de pénurie [...] se fait par secteur hydrologique, lorsque le seuil de niveau 2 est franchi pendant au moins 7 jours consécutifs pour la station de référence de la zone considérée (ou sa station de secours si la station de référence est défaillante).

La situation de crise correspond au niveau des cours d'eau et des nappes alluviales où l'alimentation en eau potable est susceptible d'être compromise, où tous les autres usages de l'eau ne sont plus satisfaits, et où le milieu naturel est fortement affecté. Le passage d'une situation de pénurie à une situation de crise [...] intervient lorsque le seuil de niveau 3 est franchi pendant au moins 7 jours consécutifs pour la station de référence de la zone concernée (ou la station de secours si la station de référence est défaillante). »

A chaque niveau correspond des restrictions de plus en plus importantes. Il est intéressant de constater que ces restrictions ont pour référence une situation hydrologique estimée critique. C'est donc le niveau hydrologique et non météorologique ni agronomique qui détermine le niveau d'intervention dans le Département de la Loire.

	Semène à Saint-Didier-en-Velay	Valencize à Chavanay
Situation de vigilance	0,2 m ³ / s	0,037 m ³ / s
Situation de pénurie	0,121 m ³ / s	0,018 m ³ / s
Situation de crise	0,106 m ³ / s	0,009 m ³ / s

Tableau 43 : Débits de référence pour les situations de vigilance, de pénurie, de crise définies par l'arrêté préfectoral du 21 février 2006 dans le Département de la Loire

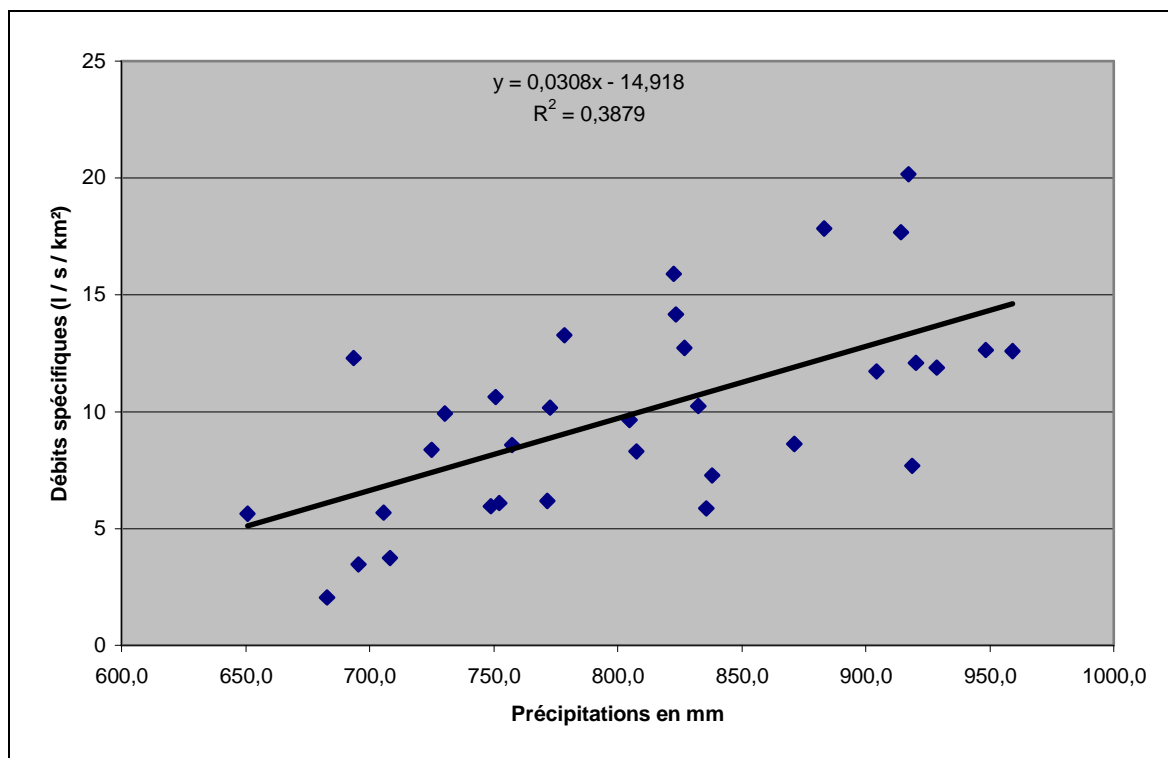


Figure 135 : Rapport entre précipitations pendant les années hydrologiques de sécheresses et débits spécifiques des années hydrologiques de sécheresses sur les bassins versants des cours d'eau Déôme, Dunières, Gier, Semène et Valencize (Banque HYDRO, METEO-FRANCE)

Sur la figure n°135 page 303, nous avons représenté les débits spécifiques car ils permettent d'introduire le rapport du volume écoulé à la surface du bassin versant. Le rapport entre les précipitations pendant les années hydrologiques de sécheresses et les débits spécifiques des années hydrologiques de sécheresses est relatif. Si la relation existe entre les deux paramètres, elle n'est pas exclusive. Le substrat, l'occupation du sol, les prélèvements de l'eau peuvent expliquer les différences et un coefficient de détermination éloigné de 1.

Quatrième partie : Des périodes de crise, les périodes de sécheresse

Grâce aux articles parus dans la presse entre 1975 et 2009, et à l'aide des archives de Météo-France et des données de la banque Hydro, nous avons pu distinguer six épisodes de sécheresses au cours des trente-trois dernières années : 1976, 1982, 1983-1986, 1989-1991, 1997 et 2003. Nous avons choisi de montrer ici les deux épisodes de sécheresses annuels et pluriannuels les plus récents : 1989-1991 et 2003.

Chapitre 1 : La sécheresse pluri-annuelle 1989-1991

1.1 Un déficit en eau relatif, surtout pendant les deux premières années, avec des températures excédentaires par endroits

Les précipitations.

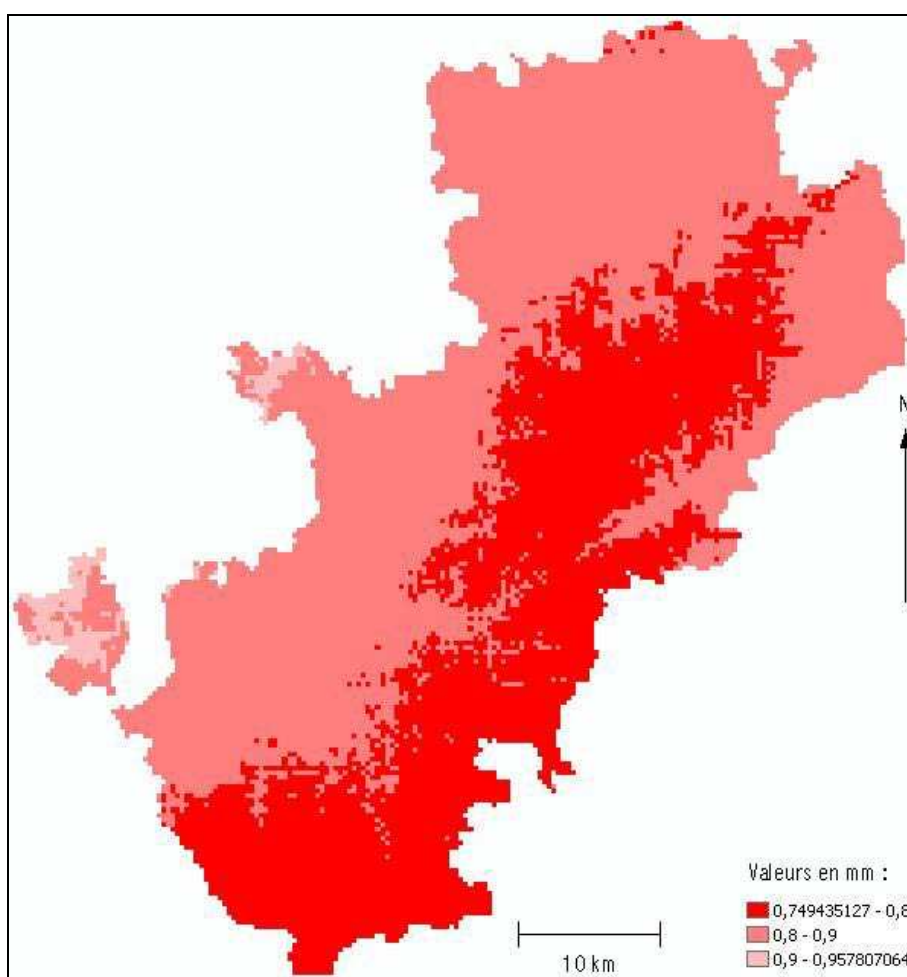


Figure 136 : Rapport entre les précipitations d'Octobre 1988 à Septembre 1991 et les précipitations de la période de référence 1971-2000 (METEO-FRANCE)

D'octobre 1988 à septembre 1991, les précipitations ont été plus faibles que pendant la période de référence 1971-2000 et ce sans exception sur tout le territoire d'étude. La quantité d'eau reçue a été dans l'ensemble un peu plus faible que pendant la

précédente sécheresse pluriannuelle, entre 1983 et 1986. Le déficit en eau par rapport à la normale augmente ici avec l'altitude, sans atteindre des proportions dramatiques pour autant. Sur la Vallée de la Loire, les précipitations reçues pendant cette période 1988-1991 représentent plus de 90 % de la normale. Sur les Massifs du Pilat, des Boutières et du Mézenc, les précipitations sont comprises entre 74,9 % et 80 % de la normale.

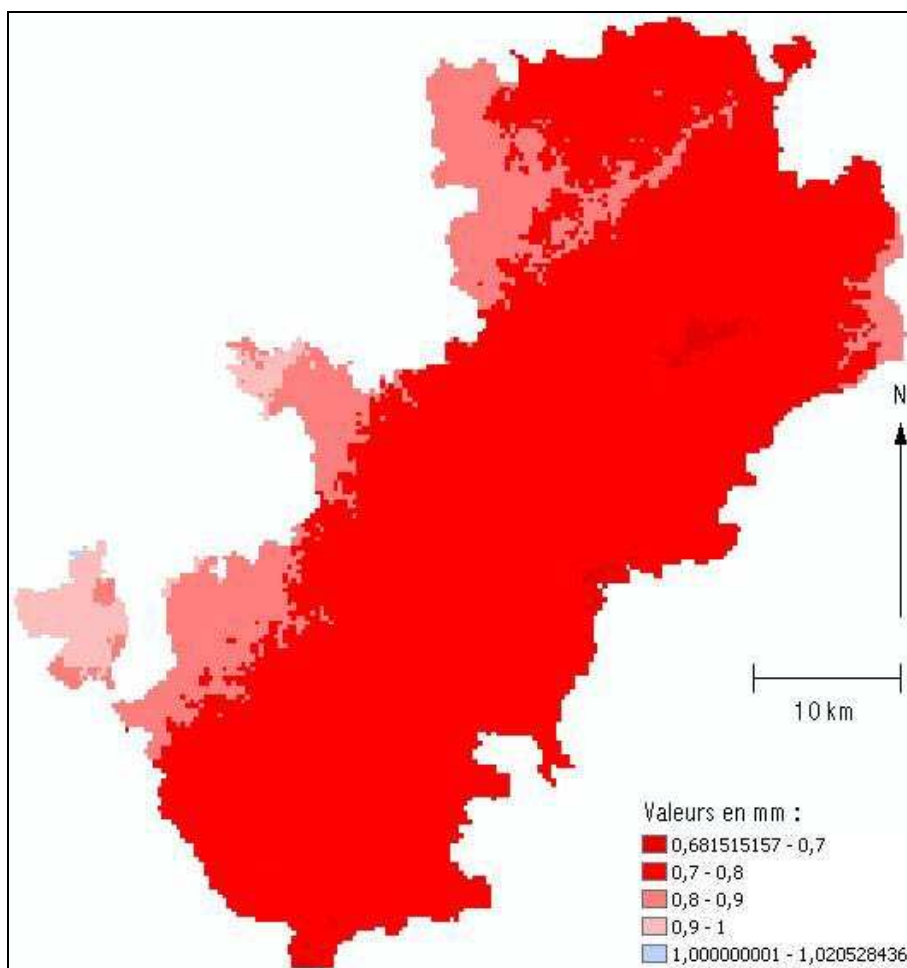


Figure 137 : Rapport entre les précipitations d'Octobre 1988 à Septembre 1989 et les précipitations de la période de référence 1971-2000 (METEO-FRANCE)

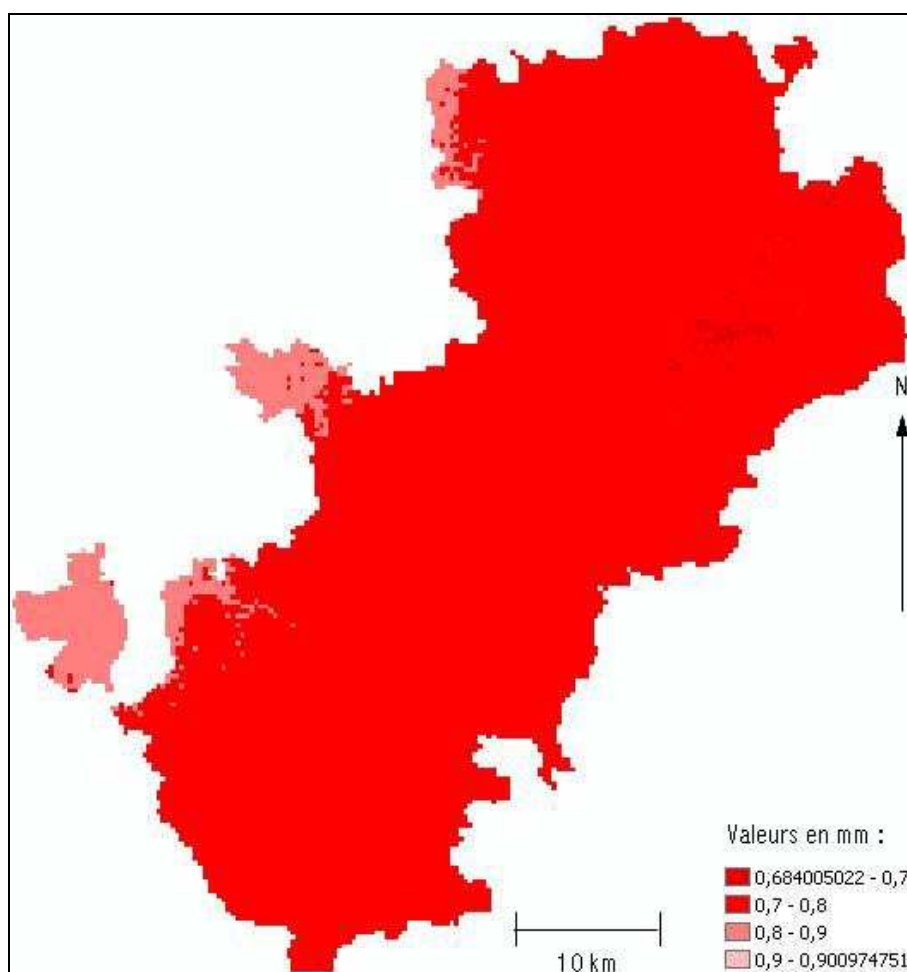


Figure 138 : Rapport entre les précipitations d'Octobre 1989 à Septembre 1990 et les précipitations de la période de référence 1971-2000 (METEO-FRANCE)

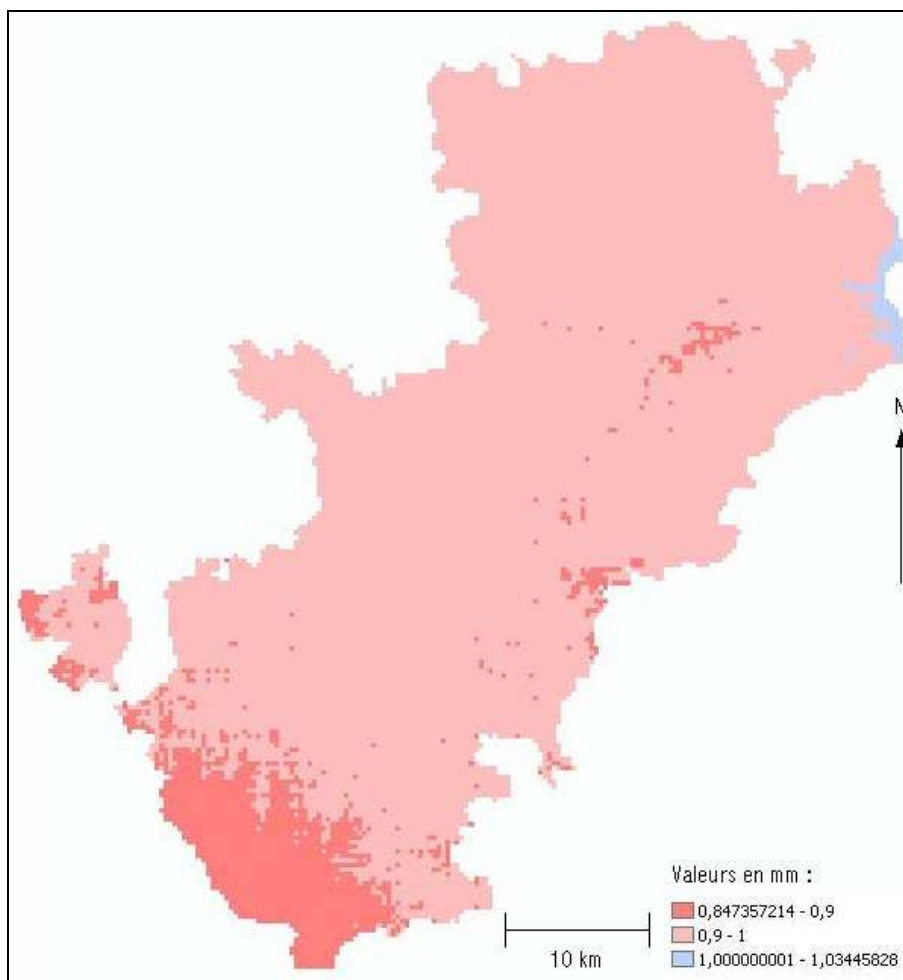


Figure 139 : Rapport entre les précipitations d'Octobre 1990 à Septembre 1991 et les précipitations de la période de référence 1971-2000 (METEO-FRANCE)

Entre octobre 1988 et septembre 1989, les précipitations ont été dans l'ensemble comprises entre 70 et 80 % de la normale. Il y a quelques secteurs où la sécheresse s'est moins fait ressentir, notamment la Vallée de la Loire (les précipitations sur le nord de la commune de Retournac ont même été excédentaires), l'agglomération stéphanoise et la rive droite du Rhône, où les précipitations ont atteint ou dépassé 90 % des précipitations abattues pendant la période de référence. Le Massif du Pilat a connu des précipitations légèrement inférieures à 70 % de la normale.

Le total pluviométrique à Andrézieux-Bouthéon n'était que de 3,7 mm d'eau pour le mois de janvier 1989, alors que la normale est de 41 mm. Il n'y eut qu'un seul jour de neige relevé à la station météorologique de Bouthéon. Le marathon du Mézenc organisé par le Ski-Club du plateau du Mézenc a dû être annulé faute d'enneigement suffisant, une première depuis sa création en 1981. D'après les services de Météo-France, le déficit de la sécheresse pluviométrique de 1989 a commencé le 1^{er} février pour se terminer fin octobre.

Y. MERILLON, Secrétaire du groupe sécheresse de la Mission interministérielle de l'eau, a qualifié la sécheresse de 1989 comme « *la plus grande sécheresse que la France ait connue depuis la Seconde guerre mondiale* ».

Il n'est tombé que 500,3 mm, le total le plus faible jamais observé à Bouthéon. Il était tombé 507,3 mm d'eau en 1949, 991,4 mm en 1977, 503,3 mm d'eau en 1978 et 510,1 mm en 1985. 172,6 mm se sont abattus pendant le mois d'avril 1989. Il n'y eut que 105 jours de pluie, nouveau record minimal de jours de précipitations à Andrézieux-Bouthéon.

Entre le 1^{er} novembre 1988 et le 31 octobre 1989, les services de la météorologie du Département de la Loire ont estimé que le cumul des précipitations correspondait à un phénomène enregistré tous les 4 ans sur le sud des Monts du Lyonnais.

Entre octobre 1989 et septembre 1990, la situation était comparable à l'année hydrologique précédente. Le déficit a même été plus homogène. Seules les communes d'Aurec-sur-Loire, de Retournac et du nord de l'agglomération stéphanoise ont reçu des totaux pluviométriques proches de la normale. Le Massif du Pilat était toujours comme le secteur le plus sec par rapport à la période de référence, mais ce déficit un peu plus accusé (entre 68,4 % et 70 % de la normale) s'est seulement produit sur les parties sommitales.

Les précipitations d'octobre 1990 à septembre 1991 ont certes été déficitaires par rapport à la normale, mais les proportions de ce déficit ont été très limitées. Elles étaient majoritairement comprises entre 90 et 100 % de la normale, à l'exception de la rive droite du Rhône, excédentaire, et des massifs du Pilat, de la Déôme et du Meygal, légèrement déficitaires, ainsi que l'Yssingelais et Retournac (entre 84,8 % et 90 % de la normale). Il est difficile d'évoquer une sécheresse pluviométrique entre octobre 1990 et septembre 1991, même si la situation mériterait d'être approfondie par mois ou du moins par saison.

Début novembre 1990, la dette de la Zone nordique du Haut-Pilat s'élevait à 373 000 F (56 863 €). Créée en 1985, elle ne pouvait alors plus subvenir à ses besoins, par suite de plusieurs hivers sans neige. L'hiver 1986/1987 est le dernier hiver suffisamment enneigé, et la recette avait alors atteint 868 000 F (132 326 €). Le 8 novembre 1990, d'après le S.R.A.E., « *il subsiste encore, dans la région, des secteurs localisés où les étiages se poursuivent avec des fréquences rares. [...] C'est le cas dans le Massif du Pilat et le nord du Vivarais.* »

Depuis la mi-juillet 1991, un certain nombre de villages du Département de la Haute-Loire, dont Riotord, ne disposaient plus de points d'eau suffisamment remplis pour faire face aux départs d'incendies. Le total pluviométrique relevé à la station météorologique de Loudes en Haute-Loire, près du Puy, était de 3 mm contre 65 mm en temps normal.

L'enneigement. L'enneigement a été très inégal pendant les années hydrologiques 1988 à 1991. Les traces de neige dans les vallées sont faibles. On a relevé 15 cm dans la Vallée du Gier en décembre 1990 et 15 cm à Saint-Etienne en avril 1991. Les hivers de cette période là ne sont donc pas mémorables pour leur abondance neigeuse en-dessous de 700 mètres d'altitude. L'enneigement a été plus abondant en altitude et plus régulier sur Le Bessat. S'il a été indigent pendant les hivers 1989 et 1990, il est tombé un mètre de neige pendant le mois de décembre 1990. On y relevait plus de 20 cm à la fin du mois de février et encore 40 cm en avril 1991. Un enneigement continu et durable sur les hauts plateaux, à plus de 1 200 mètres d'altitude, est la garantie d'une protection thermique du sol. Cela permet aussi dans une certaine mesure d'alimenter les sources pour la fin du printemps, à une période clé. A Andrézieux-Bouthéon, pendant l'année 1989, seulement 3 jours de neige ont été relevés, contre 8 jours en 1961 (précédent record minimal) et 46 jours en 1970 (record maximal).

Sur le nord-est du Département de la Haute-Loire, l'enneigement a été moins abondant que sur le sud du Département de la Loire. Pendant les hivers 1989 et 1990, on n'a relevé que des traces. La neige est tombée en décembre 1990, sans atteindre des valeurs exceptionnelles (10 cm à Monistrol-sur-Loire, 20 cm à Yssingaux et au Chambon-sur-Lignon). Les congères se sont maintenues ensuite, mais il n'y eut plus de chutes de neige significatives.

Les températures.

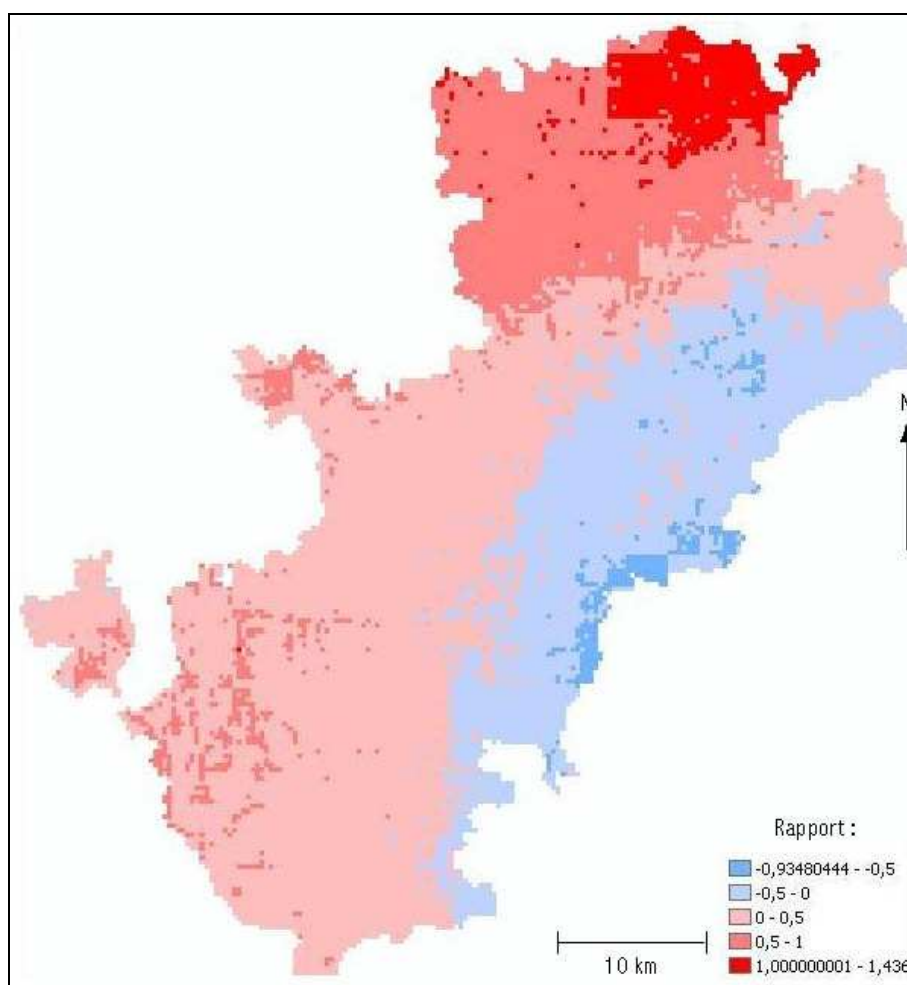


Figure 140 : Rapport entre les températures moyennes d'Octobre 1988 à Septembre 1991 et les températures moyennes de la période de référence 1971-2000 (METEO-FRANCE)

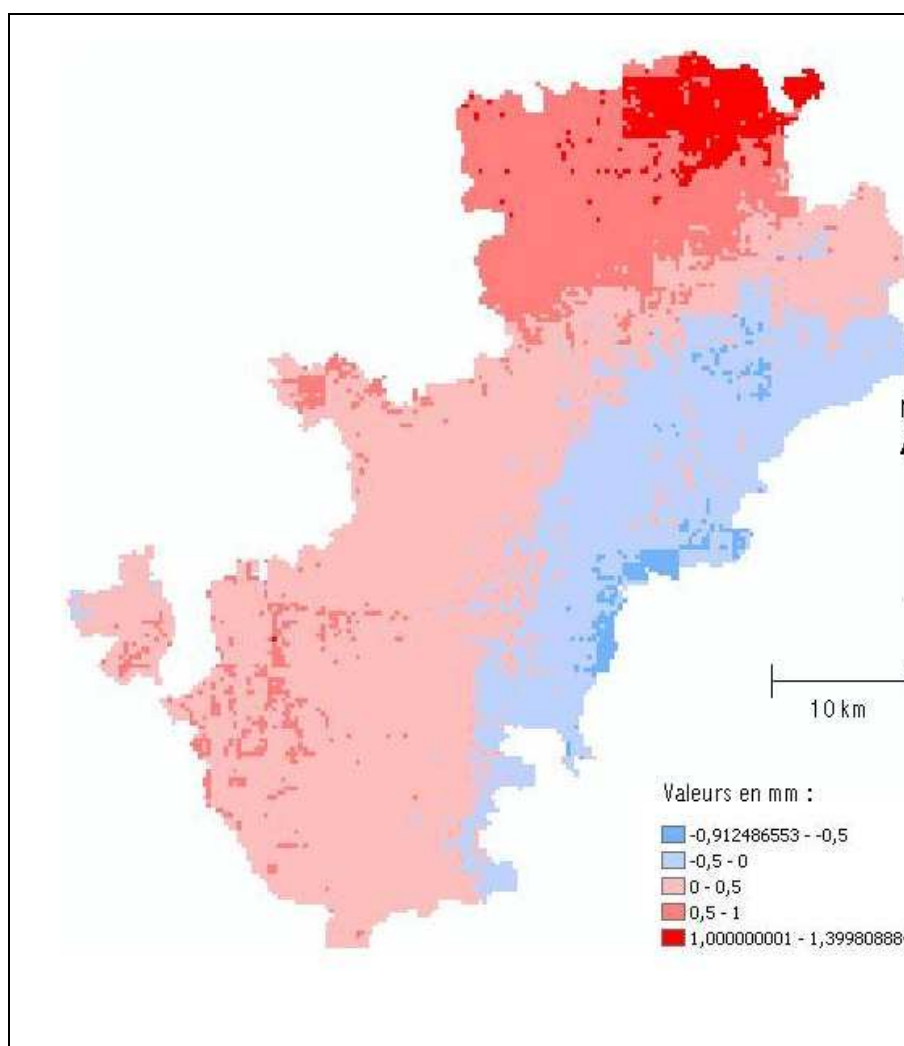


Figure 141 : Rapport entre les températures moyennes d'Octobre 1988 à Septembre 1989 et les températures moyennes de la période de référence 1971-2000 (METEO-FRANCE)

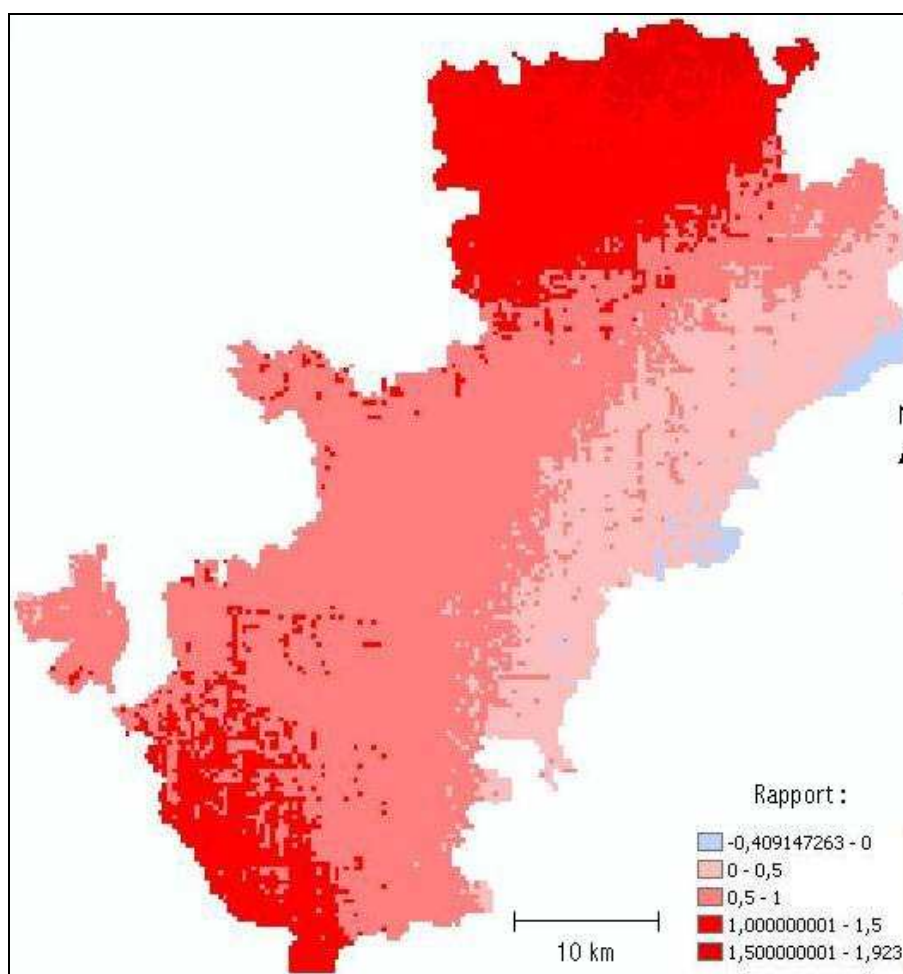


Figure 142 : Rapport entre les températures moyennes d'Octobre 1989 à Septembre 1990 et les températures moyennes de la période de référence 1971-2000 (METEO-FRANCE)

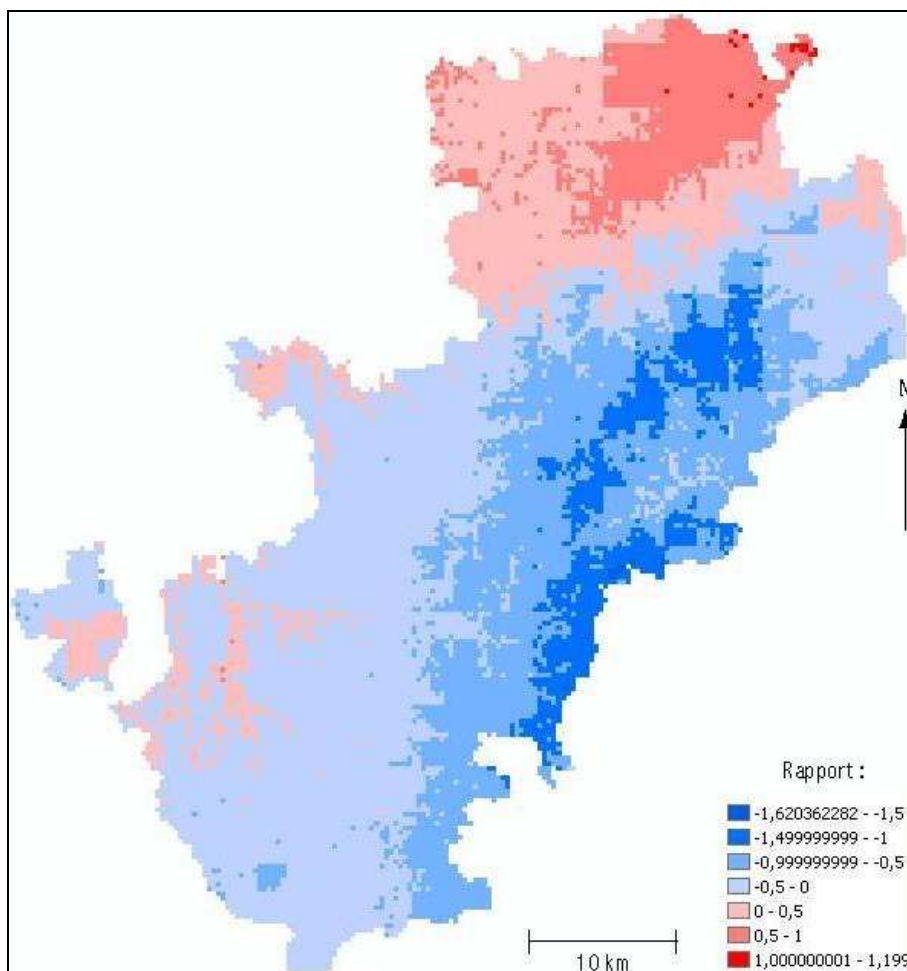


Figure 143 : Rapport entre les températures moyennes d'Octobre 1990 à Septembre 1991 et les températures moyennes de la période de référence 1971-2000 (METEO-FRANCE)

L'écart entre les températures moyennes observées pendant la période octobre 1988 – septembre 1991 présente certains écarts significatifs par rapport à la normale. Le sud des Monts du Lyonnais, l'agglomération stéphanoise et à un degré moindre la Vallée de la Loire ont connu des températures excédentaires, souvent supérieures à 0,5°C, sinon à 1°C par rapport à la normale. Le plateau de la Haute-Loire, le versant Nord du Massif du Pilat et le plateau pélussinois ont connu des températures supérieures de 0 à 0,5°C par rapport aux températures de la période de référence. Les températures ont été plus faibles que la normale sur le versant Sud-Est du Massif du Pilat, la Vallée de la Déôme et la chaîne des Boutières.

La situation des températures moyennes d'octobre 1988 à septembre 1989 reflète très bien la tendance observée pendant toute la période. En 1989, la température moyenne annuelle a été de 11,7°C au Centre météorologique départemental de Bouthéon, ce qui constitue un record depuis 1947. La moyenne des températures maximales a été de 17,3°C,

ce qui constitue là aussi un record. L'ensoleillement a été de 2 382 heures, ce qui n'a jamais été observé depuis la mise en place de ce paramètre météorologique à la station, en 1959. Le précédent record datait de 1976, avec 2 241 heures. C'est entre octobre 1989 et septembre 1990 que les températures ont été les plus élevées par rapport à la normale. Seules les communes de Burdignes et de Saint-Pierre-de-Boeuf ont connu des températures plus basses par rapport à la normale. Le versant rhodanien, à l'exception de la Vallée du Gier, est un secteur certes plus chaud qu'en 1971-2000, mais les variations sont tout de même modérées. Sur l'agglomération stéphanoise et l'Yssingelais, les écarts sont les plus importants, et ils sont supérieurs à 1,5°C sur le sud des Monts du Lyonnais. Compte tenu du taux d'occupation du sol par les cultures et les vergers dans ce secteur, l'élévation anormale des températures a dû entraîner une évapotranspiration assez importante.

Entre octobre 1990 et septembre 1991, la situation des températures moyennes a été très contrastée. Le Pays du Gier a connu comme les années précédentes des températures anormalement élevées mais l'écart n'a pas dépassé 1°C sauf à Dargoire. Le Parc Naturel Régional du Pilat et le nord-est de la Haute-Loire ont été soumis à des températures plus basses que pendant la période de référence 1971-2000. Les basses vallées (Dunières, Lignon, Loire) représentaient une exception car les températures ont été légèrement plus élevées que la normale. Les températures les plus anormalement basses ont été observées sur les plus hauts reliefs du Massif du Pilat et de la Chaîne des Boutières.

La situation par bassin versant : le diagramme ombrothermique.

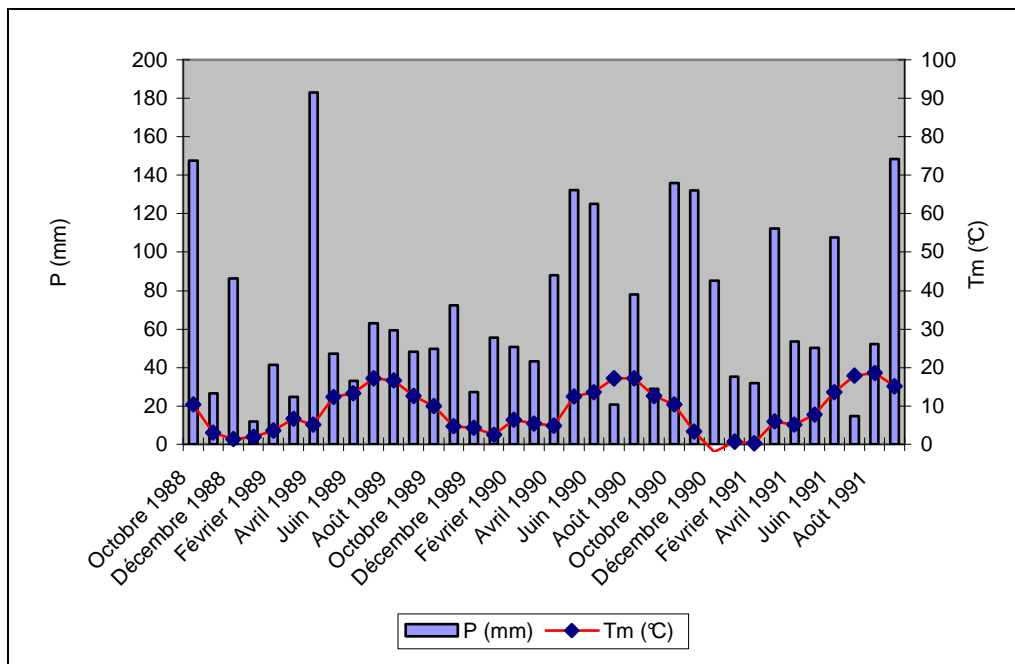


Figure 144 : Diagramme ombrothermique du Bassin versant de la Dunières à Sainte-Sigolène pendant les années hydrologiques 1988-1991 (METEO-FRANCE)

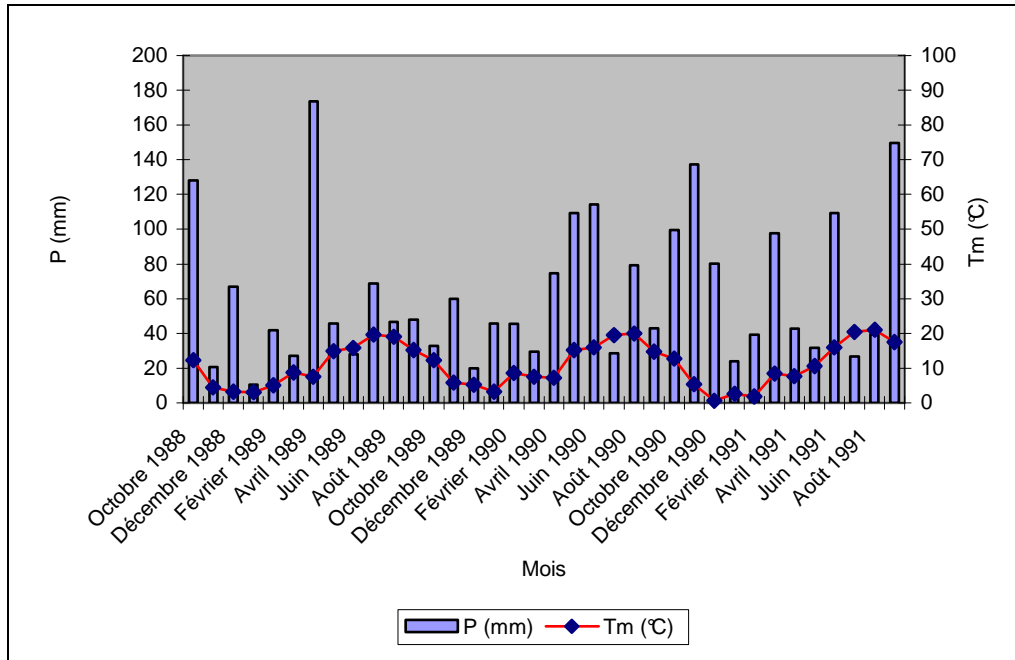


Figure 145 : Diagramme ombrothermique du Bassin versant du Gier à Rive-de-Gier pendant les années hydrologiques 1988-1991 (METEO-FRANCE)

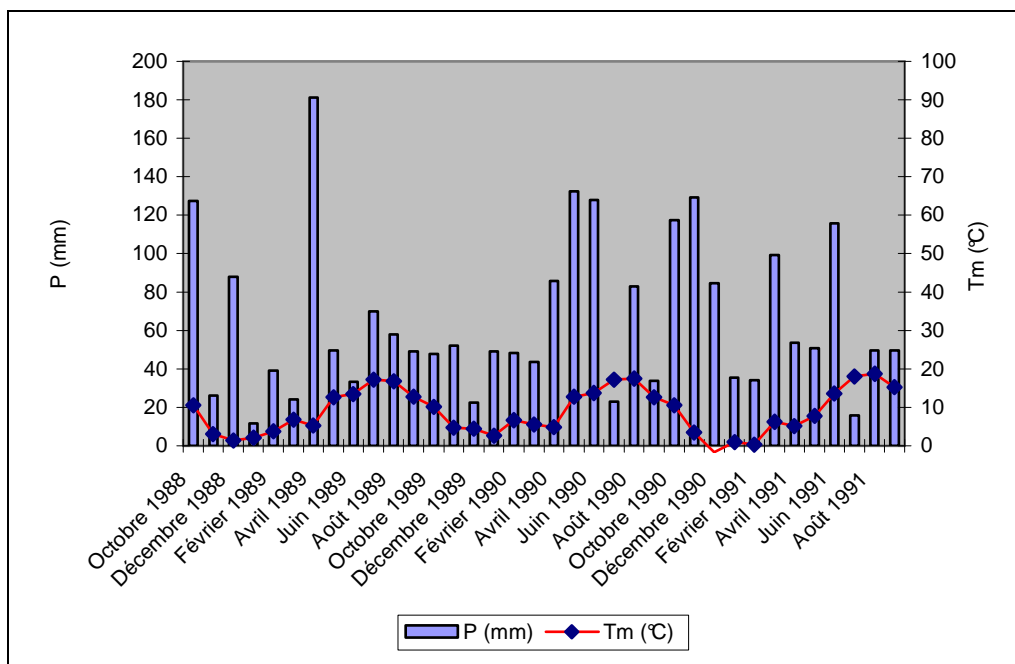


Figure 146 : Diagramme ombrothermique du Bassin versant de la Semène à Saint-Didier-en-Velay pendant les années hydrologiques 1988-1991 (METEO-FRANCE)

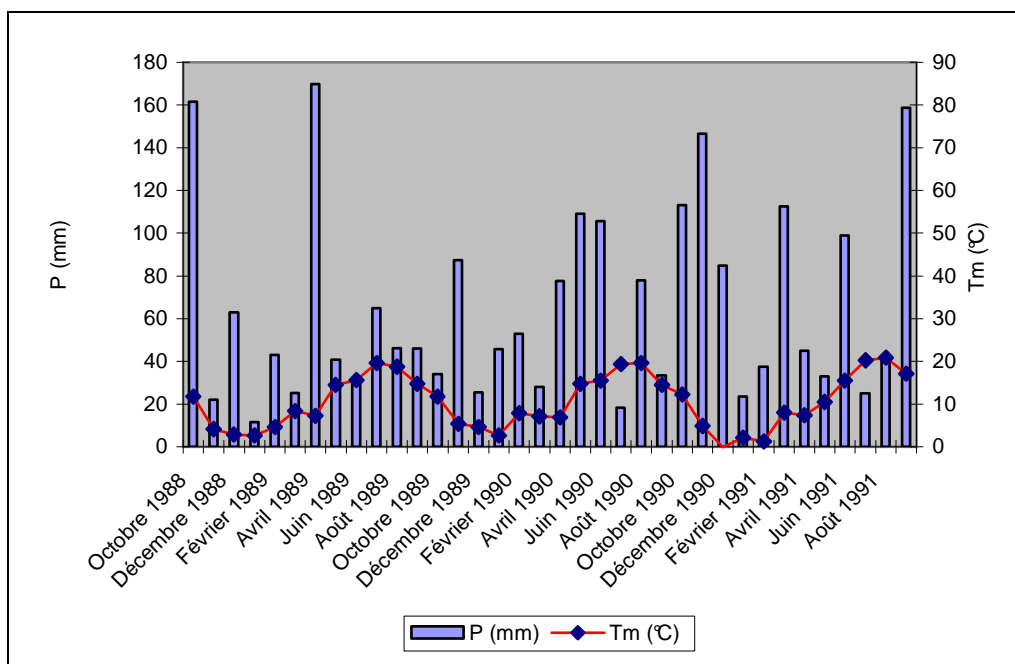


Figure 147 : Diagramme ombrothermique du Bassin versant de la Valencize à Chavanay pendant les années hydrologiques 1988-1991 (METEO-FRANCE)

Nous avons choisi de montrer les diagrammes ombrothermiques des cinq bassins de référence au cours de la période Octobre 1988 – Septembre 1991. Il s'agit de la dernière période de sécheresse pluriannuelle en date. Les données concernant le Bassin versant de la Déôme à Saint-Julien-Molin-Molette sont insuffisantes pendant cette période pour être présentées.

Au niveau des précipitations, nous pouvons distinguer trois périodes différentes. La première période, d'octobre 1988 à mai 1989, a été une période de précipitations très irrégulières. Au cours de cette période, aucun mois ne fut un mois sec au sens de l'indice de Gaussen. Il n'y a donc pas eu de sécheresse agronomique ou pédologique. La deuxième période s'étend de juin 1989 à mars 1990, avec des précipitations faibles et des températures assez élevées pendant la période hivernale. Sans atteindre les totaux reçus pendant la première période, la période avril 1990 – septembre 1991 a été plus arrosée. C'est au cours de cette période que l'on a relevé deux mois secs sur le Bassin versant de la Dunières à Sainte-Sigolène : juillet 1990 et juillet 1991.

A l'exception du Bassin versant de la Valencize à Chavanay, où les pluies sont plus irrégulières, nous retrouvons les mêmes périodes sur les trois autres bassins versants. Juillet 1990 et juillet 1991, voire juin 1989, ont été des mois critiques pour la Réserve Utile. Ceci démontre qu'un phénomène de sécheresse généralisé sur l'ensemble du territoire est peu perturbé par les conditions climatiques locales (différences de températures et de précipitations). Face à une telle situation, doit-on alors prendre des mesures à l'échelle générale ou à l'échelle du bassin versant ?

1.2 Une sécheresse hydrologique, surtout en été, prolongée jusqu'en hiver en 1989-1990

D'après la rétrospective 1970-2000 de l'hydrologie en Rhône-Alpes, éditée par la D.I.R.EN. en mars 2001, « *La saison 1988/1989 marque le début de trois années successives de sécheresse. Entre septembre 1988 et août 1989, seuls les mois d'octobre et d'avril sont excédentaires. Tout au long du reste de l'année, les débits sont largement inférieurs aux moyennes interannuelles. [...] Les étiages sont précoces avec des tarissements qui se font ressentir dès le mois de juin et se prolongent durant tout l'automne. Les périodes de retour sont élevées, souvent supérieures à dix ans. [...] L'année 1989-1990 est l'année des records. Après un été 1989 déjà particulièrement sec, la tendance se poursuit avec une saison à l'hydraulicité remarquable par son homogénéité spatiale, son intensité et sa durée. Il s'agit du record sur les 30 dernières années. Les volumes écoulés sont inférieurs aux moyennes de saison sur 12 mois consécutifs [...] C'est pendant les mois traditionnellement les plus humides que le déficit est le plus fort, l'été étant plus nuancé. [...] Dans la Vallée du Rhône ce sont des valeurs jamais observées qui*

sont mesurées. [...] 1990-1991 est la troisième année consécutive où l'hydraulicité est faible. Bien que moins accusée que celle de la saison précédente, l'hydraulicité est remarquable par son homogénéité spatiale. Après un automne assez arrosé, le reste de l'année est à l'exception du mois de mars, caractérisé par des débits régulièrement inférieurs aux normales de saison. Les étiages sont précoces et débutent en mai avec des périodes de retour souvent supérieures à 10 ans. »

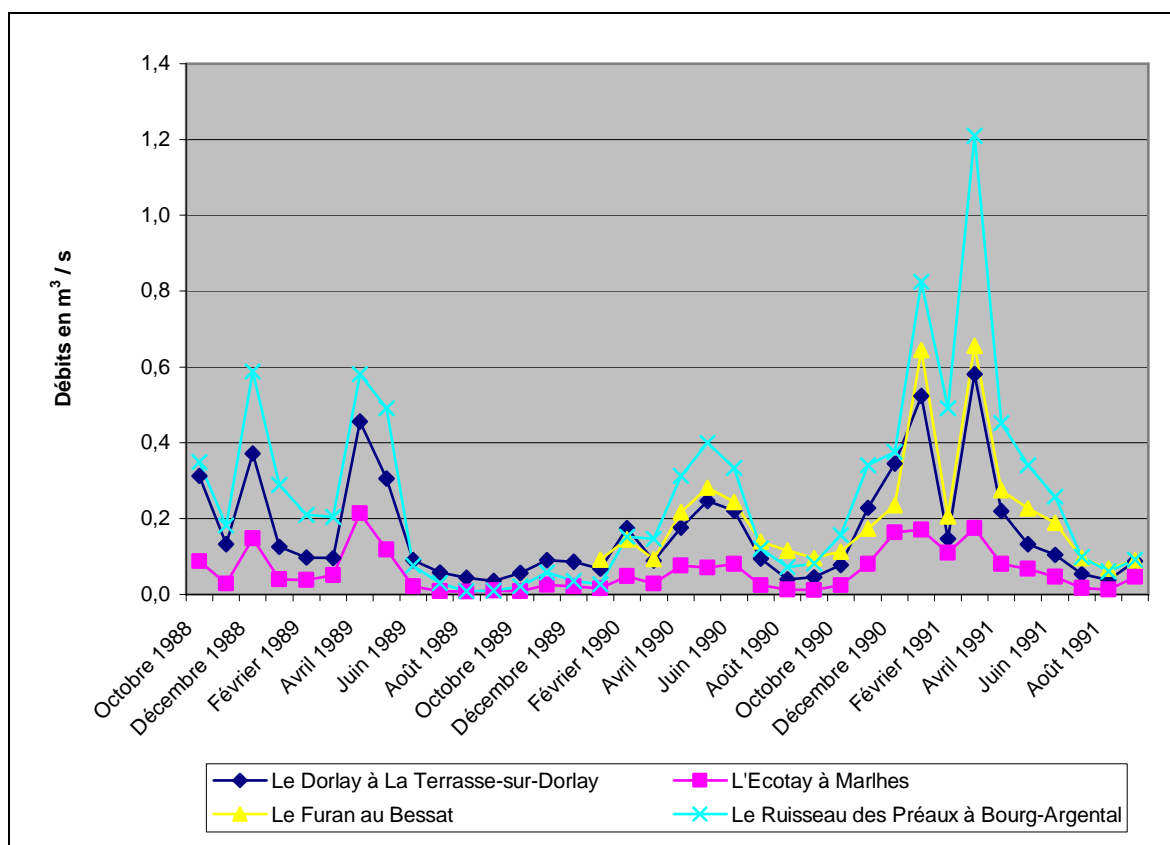


Figure 148 : Débits mensuels du Dorlay à La Terrasse-sur-Dorlay, de l'Ecotay à Marlhès, du Furan au Bessat et du Ruisseau des Préaux à Bourg-Argental entre Octobre 1988 et Septembre 1991 (BANQUE HYDRO)

Le Dorlay à La Terrasse-sur-Dorlay présente un profil comparable à celui de l'Ecotay à Marlhès. Les débits ont été faibles entre avril 1989 et janvier 1991. L'étiage lors de l'été hydrologique 1991 fut aussi sévère qu'en 1989 mais beaucoup moins long.

La station de l'Ecotay à Marlhès a enregistré des débits faibles entre avril 1989 et décembre 1990. L'été hydrologique 1989 a été très long et s'est poursuivi jusqu'à janvier 1990. L'été 1990 a duré de juillet à octobre 1990. Entre septembre 1991 et mai 1992, les débits de l'Ecotay ont rarement été inférieurs à 50 litres par seconde.

Nous ne disposons pas de données pour les années 1988 et 1989 pour le Furan au Pas du Riot. Les étés hydrologiques 1990 et 1991 ont été relativement courts puisqu'ils ne dépassent pas 3 et 4 mois. Les débits ont rarement été inférieurs à 100 litres par seconde et rarement supérieurs à 300 litres par seconde. Le profil des débits a tout de même été irrégulier. La rétention nivale pendant l'hiver, l'enrésinement du bassin versant sont des facteurs qui contribuent à maintenir les débits estivaux.

Les débits ont été très faibles sur le Ruisseau des Préaux à Bourg-Argental entre juin 1989 (76 litres par seconde) et janvier 1990 (27 litres par seconde). Les étés 1990 et 1991 ont été secs mais relativement courts. Le mois de mars 1991, avec 1 210 litres par seconde, constitua la pointe de la période septembre 1988 – août 1992 mais cela n'a pas influé sur le niveau des débits estivaux.

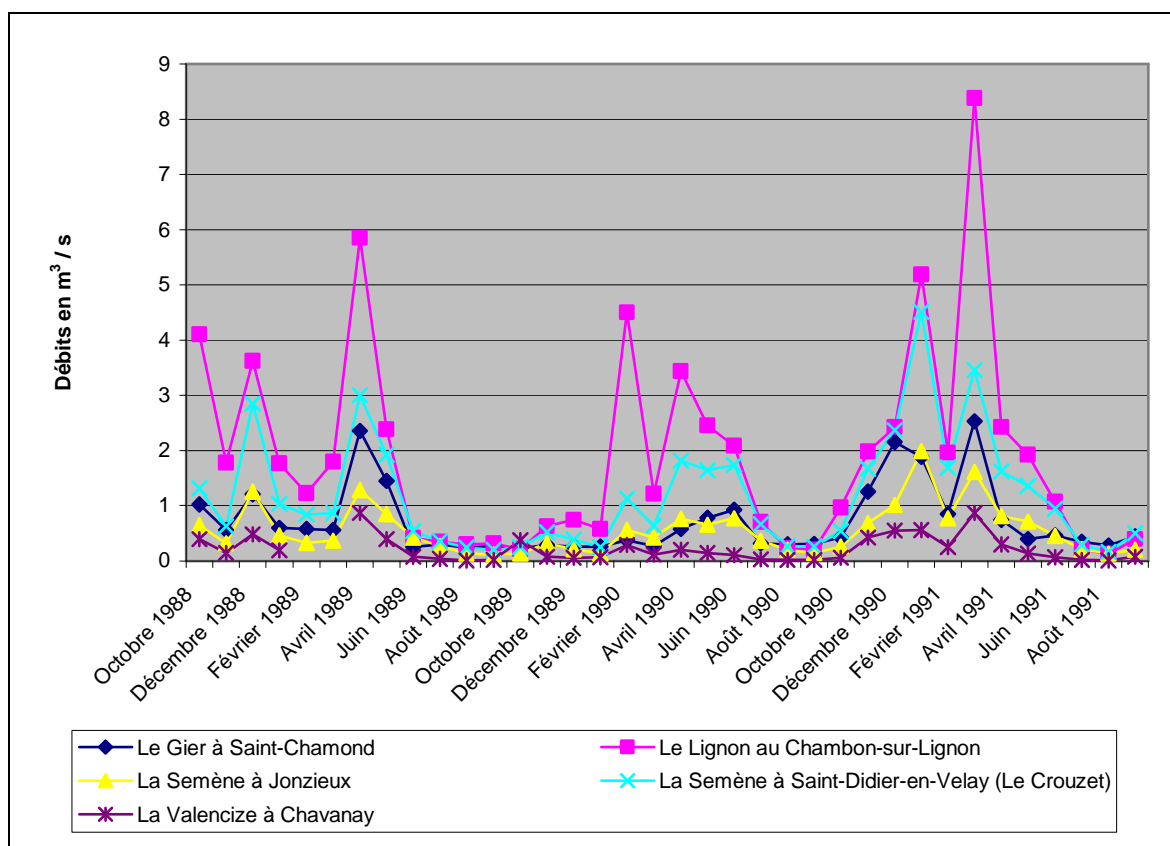


Figure 149 : Débits mensuels du Gier à Saint-Chamond, du Lignon au Chambon-sur-Lignon, de la Semène à Jonzieux, de la Semène à Saint-Didier-en-Velay et de la Valencize à Chavanay entre Octobre 1988 et Septembre 1991 (Banque HYDRO)

Entre octobre 1988 et septembre 1991, on assiste réellement à un étiage quasi-pluriannuel sur le Gier à Saint-Chamond. Les débits ont été inférieurs à 500 litres par seconde entre juin 1989 et octobre 1990, à l'exception de la période d'avril à juin 1990.

Les débits du Lignon au Chambon-sur-Lignon ont été très irréguliers (de 8,38 m³ / s en mars 1991 à 0,125 m³ / s en août 1991). L'altitude de la station, proche de 1 000 mètres, n'est pas étrangère à cette situation. Les débits ont été inférieurs à 800 litres par seconde entre juin 1989 et janvier 1990. Les étés 1990 et 1991 ont été deux saisons où l'étiage a été intense sur le Lignon, mais la rivière a retrouvé un débit plus important dès le mois de septembre.

Entre avril 1989 et janvier 1991, le profil des débits de la Semène a été légèrement différent. De février à juin 1990, les débits étaient supérieurs à 400 litres par seconde. Les débits n'ont jamais été inférieurs à 100 litres par seconde sur la période octobre 1988 à septembre 1992. La Semène a écoulé près de 2 000 litres par seconde en janvier 1991 mais cela n'a pas eu d'impact sur l'étiage de l'été 1991. L'étiage est apparu moins brutalement sur la Semène que sur la Valencize.

Le profil des débits de la Semène au Crouzet a été très irrégulier. Peut-on parler d'un ou de plusieurs étiages ? Les débits ont été faibles entre juin 1989 et janvier 1990, inférieurs à 600 litres par seconde. Les étés civils 1990 et 1991 sont des périodes d'étiages aussi sévères qu'en 1989, mais deux fois moins longs.

Même si les mois d'octobre 1989, de février 1990 et d'avril 1990 sont des mois où les débits moyens journaliers de la Valencize ont été supérieurs à 200 litres par seconde, les débits ont été globalement faibles entre juin 1989 (78 litres par seconde) et novembre 1990. On retrouve ainsi des profils comparables au Dorlay à La Terrasse-sur-Dorlay, à l'Ecotay à Marlhes et au Ruisseau des Préaux à Bourg-Argental. Les débits ont été faibles en juillet 1991 (18 litres par seconde) et en août 1991 (11 litres par seconde) mais l'étiage n'a pas dépassé la saison estivale.

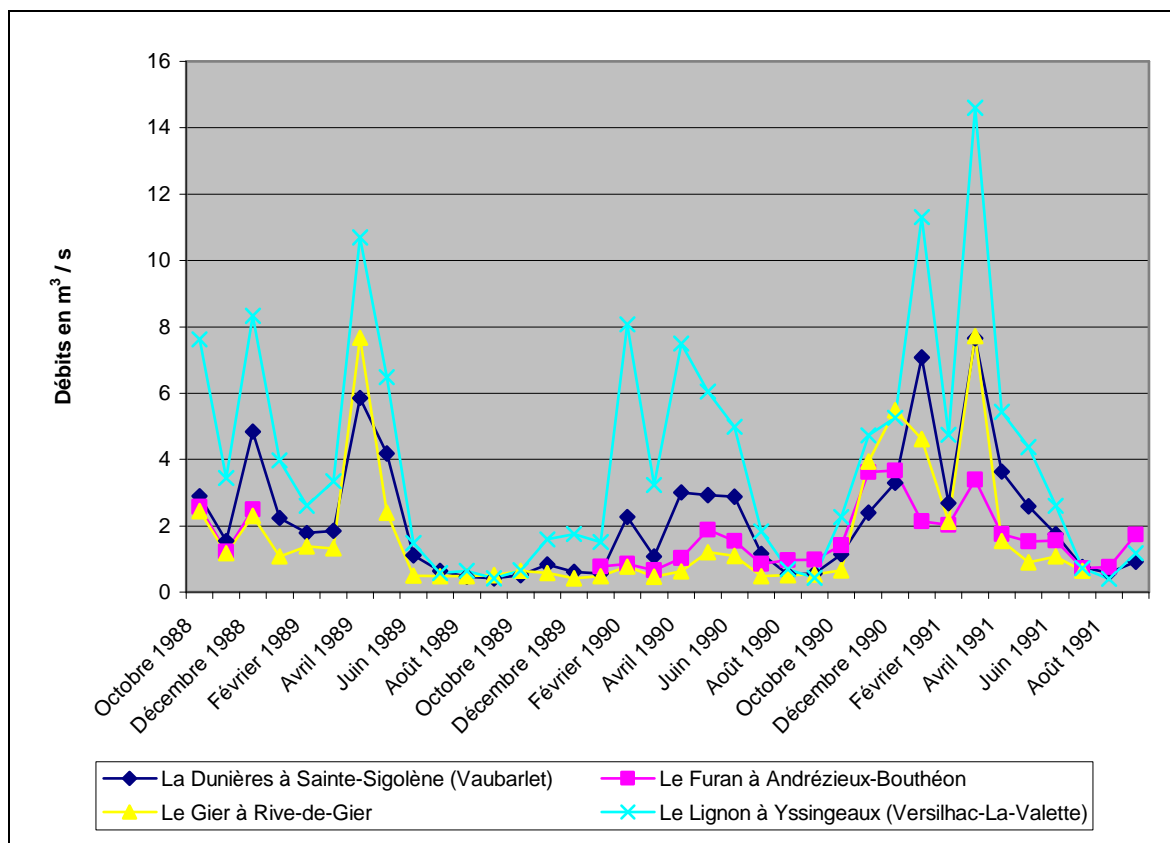


Figure 150 : Débits mensuels de la Dunières à Sainte-Sigolène, du Furan à Andrézieux-Bouthéon, du Gier à Rive-de-Gier et du Lignon à Yssingieux entre Octobre 1988 et Septembre 1991 (Banque HYDRO)

Nous ne disposons pas de données pour le Furan à Andrézieux-Bouthéon entre octobre 1988 et décembre 1989. Les débits n'ont jamais été inférieurs à $0,6 \text{ m}^3 / \text{s}$, et rarement supérieurs à $2 \text{ m}^3 / \text{s}$ entre janvier 1990 et septembre 1992. Le profil est particulier.

Le profil des débits de la Dunières à Sainte-Sigolène a été très irrégulier, même si ce caractère était légèrement moins marqué que pour le Lignon au Chambon-sur-Lignon. On pouvait parler d'étiage entre juin 1989 ($1,11 \text{ m}^3 / \text{s}$) et mars 1990 ($1,08 \text{ m}^3 / \text{s}$), en août et septembre 1990, entre juillet et septembre 1991.

Les débits ont été faibles sur le Gier à Rive-de-Gier entre juin 1989 et octobre 1990 (de 420 litres par seconde en décembre 1989 à 1 200 litres par seconde en mai 1990). Nous ne disposons pas de données sur la période allant de juillet à septembre 1989.

Quatrième partie : Des périodes de crise, les périodes de sécheresse

Les débits mensuels du Lignon à Yssingeaux sont très irréguliers pendant la période 1988-1991. Tous les automnes ont été très secs. Il est difficile de relever une période de sécheresse à la lecture de l'hydrogramme. Les débits du Lignon sont-ils influencés par les variations du niveau de la retenue de Lavalette ?

Le 6 septembre 1989, la retenue artificielle de Lavalette contenait 30 M m³ d'eau pour une capacité maximale de 41 M m³. Saint-Etienne et son agglomération étaient à l'abri de toute pénurie pendant un an.

Le 1^{er} août 1991, le débit entrant dans le Barrage de Grangent était de 8,4 m³ / s, et il n'était plus que de 5,2 m³ / s le 6 août 1991. Le 3 août 1991, la retenue artificielle de Lavalette contenait 18 M m³. Le niveau de la retenue a diminué car une 4^{ème} vanne a été installée.

Quatrième partie : Des périodes de crise, les périodes de sécheresse

Station et Coef. de débit en m ³ / s	Le Dorlay à La Terrasse- sur-Dorlay	La Dunières à Sainte- Sigolène (Vaubarlet)	L'Ecotay à Marlhès	Le Furan à Andrézieux- Bouthéon	Le Gier à Saint-Chamond	Le Gier à Rive-de-Gier	Le Lignon au Chambon-sur- Lignon	Le Lignon à Yssingeaux (Versilhac-La-Valette)	Le Ruissseau des Préaux à Bourg-Argental	La Semène à Jonzieux	La Semène à Saint-Didier- en-Velay (Le Crouzet)	La Valencize à Chavanay
Code station	V31150 10	K04540 10	K05683 10	K06140 10	V31040 10	V31140 10	K04030 10	K04330 10	V35156 10	K05675 30	K05675 20	V33150 10
Bassin versant (km²)	17	228	5,2	178	114	319	139	350	22,1	56	134	36
10/88	0,918	0,918	0,926	1,058	0,785	0,938	1,306	1,231	0,815	0,742	0,686	1,117
11/88	0,388	0,487	0,298	0,506	0,429	0,450	0,567	0,555	0,425	0,372	0,328	0,425
12/88	1,094	1,532	1,574	1,029	0,931	0,885	1,153	1,344	1,374	1,455	1,492	1,365
01/89	0,368	0,706	0,415		0,458	0,415	0,564	0,640	0,675	0,540	0,539	0,558
02/89	0,285	0,566	0,404		0,448	0,535	0,392	0,419	0,488	0,379	0,438	
03/89	0,279	0,585	0,543		0,428	0,508	0,573	0,540	0,477	0,421	0,453	
04/89	1,341	1,854	2,277		1,815	2,950	1,863	1,726	1,357	1,478	1,571	2,484
05/89	0,900	1,323	1,255		1,115	0,923	0,761	1,045	1,147	0,976	1,005	1,123
06/89	0,265	0,351	0,223		0,193	0,193	0,134	0,239	0,178	0,493	0,284	0,222
07/89	0,171	0,205	0,085		0,230	0,187	0,112	0,092	0,070	0,307	0,187	0,105
08/89	0,126	0,150	0,074		0,188	0,184	0,096	0,103	0,021	0,155	0,127	0,037
09/89	0,103	0,131	0,106		0,208	0,197	0,103	0,068	0,023	0,132	0,104	0,068
10/89	0,165	0,165	0,096		0,180	0,250	0,068	0,105	0,049	0,152	0,133	1,068
11/89	0,265	0,267	0,266		0,219	0,223	0,200	0,256	0,133	0,365	0,274	0,234
12/89	0,253	0,196	0,223		0,199	0,162	0,236	0,282	0,082	0,249	0,202	0,162
01/90	0,197	0,177	0,170	0,319	0,204	0,186	0,185	0,244	0,063	0,157	0,131	0,199
02/90	0,515	0,715	0,511	0,350	0,288	0,300	1,433	1,302	0,355	0,643	0,592	0,818
03/90	0,259	0,342	0,298	0,269	0,212	0,177	0,389	0,523	0,343	0,494	0,333	0,319
04/90	0,518	0,953	0,809	0,424	0,448	0,242	1,096	1,208	0,729	0,881	0,953	0,573
05/90	0,724	0,924	0,755	0,774	0,601	0,462	0,780	0,974	0,935	0,763	0,859	0,407
06/90	0,650	0,911	0,851	0,634	0,711	0,423	0,666	0,803	0,778	0,888	0,911	0,296
07/90	0,276	0,367	0,255	0,349	0,245	0,184	0,223	0,295	0,283	0,428	0,350	0,085
08/90	0,118	0,167	0,138	0,395	0,233	0,201	0,074	0,111	0,168	0,237	0,139	0,060
09/90	0,132	0,178	0,117	0,404	0,237	0,205	0,064	0,070	0,189	0,171	0,134	0,054
10/90	0,229	0,361	0,255	0,584	0,324	0,253	0,306	0,366	0,364	0,301	0,285	0,154
11/90	0,671	0,759	0,851	1,490	0,969	1,515	0,631	0,761	0,797	0,797	0,874	1,219
12/90	1,015	1,041	1,734	1,510	1,654	2,112	0,771	0,848	0,876	1,166	1,241	1,556
01/91	1,538	2,237	1,809	0,881	1,446	1,777	1,653	1,823	1,928	2,298	2,361	1,584
02/91	0,429	0,848	1,170	0,835	0,656	0,819	0,624	0,765	1,147	0,896	0,885	0,715
03/91	1,709	2,424	1,862	1,395	1,946	2,969	2,669	2,355	2,827	1,859	1,812	2,467
04/91	0,644	1,149	0,851	0,724	0,573	0,592	0,771	0,877	1,054	0,936	0,848	0,866
05/91	0,388	0,820	0,713	0,630	0,304	0,349	0,611	0,705	0,797	0,821	0,712	0,382
06/91	0,306	0,554	0,500	0,642	0,358	0,412	0,341	0,419	0,600	0,529	0,496	0,205
07/91	0,156	0,241	0,181	0,296	0,264	0,247	0,069	0,117	0,231	0,246	0,150	0,051
08/91	0,112	0,183	0,128	0,312	0,216		0,040	0,065	0,143	0,159	0,086	0,031
09/91	0,256	0,292	0,500	0,712	0,342		0,127	0,190	0,215	0,232	0,261	0,234

**Tableau 44 : Coefficients de débits des cours d'eau du territoire d'étude pendant les années
hydrologiques 1988-1991 (Banque HYDRO)**

Sur le tableau n°44 page 324, nous avons fait le choix de plusieurs couleurs :

- en blanc, les coefficients de débit supérieurs ou égaux à 1
- en jaune clair, les coefficients de débit supérieurs à 0,75 et inférieurs à 1
- en jaune, les coefficients de débit supérieurs à 0,5 et inférieurs à 0,75
- en orange, les coefficients de débit supérieurs à 0,25 et inférieurs à 0,5
- en rouge, les coefficients de débit inférieurs à 0,25
- en gris, les données indisponibles

Ces valeurs ne correspondent à aucun seuil déterminé et sont des valeurs arbitraires, basés sur le quart du coefficient de débit.

Quatrième partie : Des périodes de crise, les périodes de sécheresse

Station / Débits en m³ / s	Le Dorlay à La Terrasse-sur-Dorlay	La Dunières à Sainte-Sigolène (Vaubarlet)	L'Ecotay à Marthes	Le Gier à Saint-Chamond	Le Gier à Rive-de-Gier	Le Lignon au Chambon-sur-Lignon	Le Lignon à Yssingeaux (Versilhac-La-Valette)	Le Ruisseau des Préaux à Bourg-Argental	La Semène à Jonzieux	La Semène à Saint-Didier-en-Velay (Le Crouzet)	La Valencize à Chavanay
Code de la station	V3115010	K0454010	K0568310	V3104010	V3114010	K0403010	K0433010	V3515610	K0567530	K0567520	V3315010
Bassin versant (km²)	17	228	5,2	114	319	139	350	22,1	56	134	36
10/88	7,256	7,250	9,667	3,400	5,422	18,636	16,956	7,587	5,358	6,895	17,818
11/88	3,070	3,850	3,111	1,860	2,600	8,091	7,644	3,957	2,683	3,295	6,773
12/88	8,651	12,100	16,444	4,033	5,111	16,455	18,511	12,783	10,500	15,000	21,773
01/89	2,907	5,575	4,333	1,987	2,400	8,045	8,822	6,283	3,900	5,421	8,909
02/89	2,256	4,475	4,222	1,940	3,089	5,591	5,778	4,543	2,733	4,405	
03/89	2,209	4,625	5,667	1,853	2,933	8,182	7,444	4,435	3,042	4,558	
04/89	10,605	14,650	23,778	7,867	17,044	26,591	23,778	12,630	10,667	15,789	39,636
05/89	7,116	10,450	13,111	4,833	5,333	10,864	14,400	10,674	7,042	10,105	17,909
06/89	2,093	2,775	2,333	0,837	1,113	1,909	3,289	1,652	3,558	2,853	3,545
07/89	1,349	1,620	0,889	0,997	1,078	1,595	1,271	0,652	2,217	1,879	1,682
08/89	1,000	1,185	0,778	0,813	1,062	1,373	1,420	0,196	1,117	1,279	0,591
09/89	0,814	1,033	1,111	0,903	1,140	1,464	0,931	0,217	0,950	1,047	1,091
10/89	1,302	1,305	1,000	0,780	1,442	0,973	1,451	0,457	1,100	1,337	17,045
11/89	2,093	2,108	2,778	0,950	1,287	2,855	3,533	1,239	2,633	2,758	3,727
12/89	2,000	1,545	2,333	0,863	0,933	3,368	3,889	0,761	1,800	2,032	2,591
01/90	1,558	1,400	1,778	0,883	1,076	2,636	3,356	0,587	1,133	1,316	3,182
02/90	4,070	5,650	5,333	1,247	1,731	20,455	17,933	3,304	4,642	5,947	13,045
03/90	2,047	2,700	3,111	0,917	1,020	5,545	7,200	3,196	3,567	3,347	5,091
04/90	4,093	7,525	8,444	1,940	1,396	15,636	16,644	6,783	6,358	9,579	9,136
05/90	5,721	7,300	7,889	2,603	2,667	11,136	13,422	8,696	5,508	8,632	6,500
06/90	5,140	7,200	8,889	3,080	2,444	9,500	11,067	7,239	6,408	9,158	4,727
07/90	2,186	2,900	2,667	1,063	1,064	3,186	4,067	2,630	3,092	3,516	1,364
08/90	0,930	1,320	1,444	1,010	1,160	1,055	1,536	1,565	1,708	1,400	0,955
09/90	1,047	1,403	1,222	1,027	1,187	0,914	0,971	1,761	1,233	1,347	0,864
10/90	1,814	2,850	2,667	1,403	1,464	4,368	5,044	3,391	2,175	2,868	2,455
11/90	5,302	6,000	8,889	4,200	8,756	9,000	10,489	7,413	5,750	8,789	19,455
12/90	8,023	8,225	18,111	7,167	12,200	11,000	11,689	8,152	8,417	12,474	24,818
01/91	12,163	17,675	18,889	6,267	10,267	23,591	25,111	17,935	16,583	23,737	25,273
02/91	3,395	6,700	12,222	2,843	4,733	8,909	10,533	10,674	6,467	8,895	11,409
03/91	13,512	19,150	19,444	8,433	17,156	38,091	32,444	26,304	13,417	18,211	39,364
04/91	5,093	9,075	8,889	2,483	3,422	11,000	12,089	9,804	6,758	8,526	13,818
05/91	3,070	6,475	7,444	1,317	2,018	8,727	9,711	7,413	5,925	7,158	6,091
06/91	2,419	4,375	5,222	1,553	2,378	4,864	5,778	5,587	3,817	4,989	3,273
07/91	1,233	1,905	1,889	1,143	1,429	0,986	1,613	2,152	1,775	1,505	0,818
08/91	0,884	1,448	1,333	0,937		0,568	0,891	1,326	1,150	0,868	0,500
09/91	2,023	2,308	5,222	1,483		1,814	2,622	2,000	1,675	2,626	3,727

Tableau 45 : Rapports aux QMNA des débits mensuels des cours d'eau du territoire d'étude pendant les années hydrologiques 1988-1991 (Banque HYDRO)

Sur le tableau n°45 page 326, nous avons fait le choix de plusieurs couleurs :

- en blanc, les rapports aux QMNA égaux ou supérieurs à 1
- en rouge, les rapports aux QMNA inférieurs à 1
- en gris, les données indisponibles

D'un point de vue hydrologique, on distingue très nettement trois périodes de basses eaux : juin 1989 à janvier 1990, juillet à octobre 1990, juin à septembre 1991. La première période a été plus étendue que l'été, elle a concerné le deuxième semestre 1989. En septembre et octobre 1989 sur le Ruisseau des Préaux, en août 1991 sur la Valencize et le Lignon au Chambon-sur-Lignon, le débit mensuel a été nettement inférieur au débit d'étiage. Il faut peut-être relever dans ce cas certaines influences du climat méditerranéen.

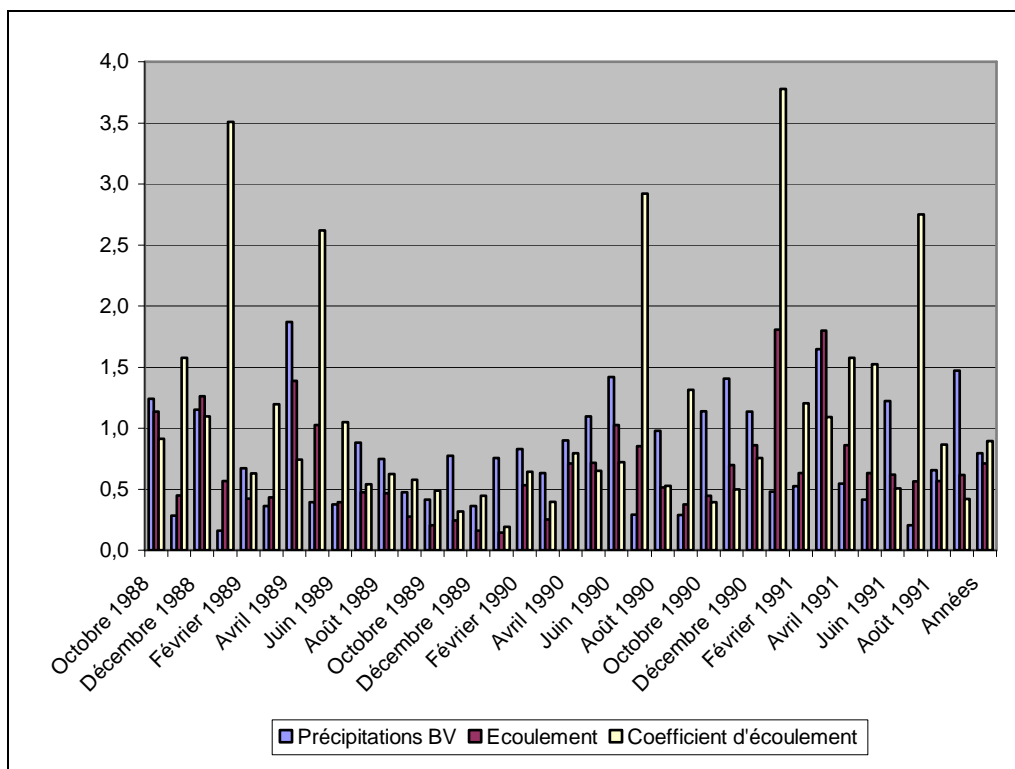


Figure 151 : Rapport à la normale des précipitations, de l'écoulement et du coefficient d'écoulement sur le Bassin versant de la Dunières à Sainte-Sigolène pendant les années hydrologiques 1988-1991 (Banque HYDRO, METEO-FRANCE)

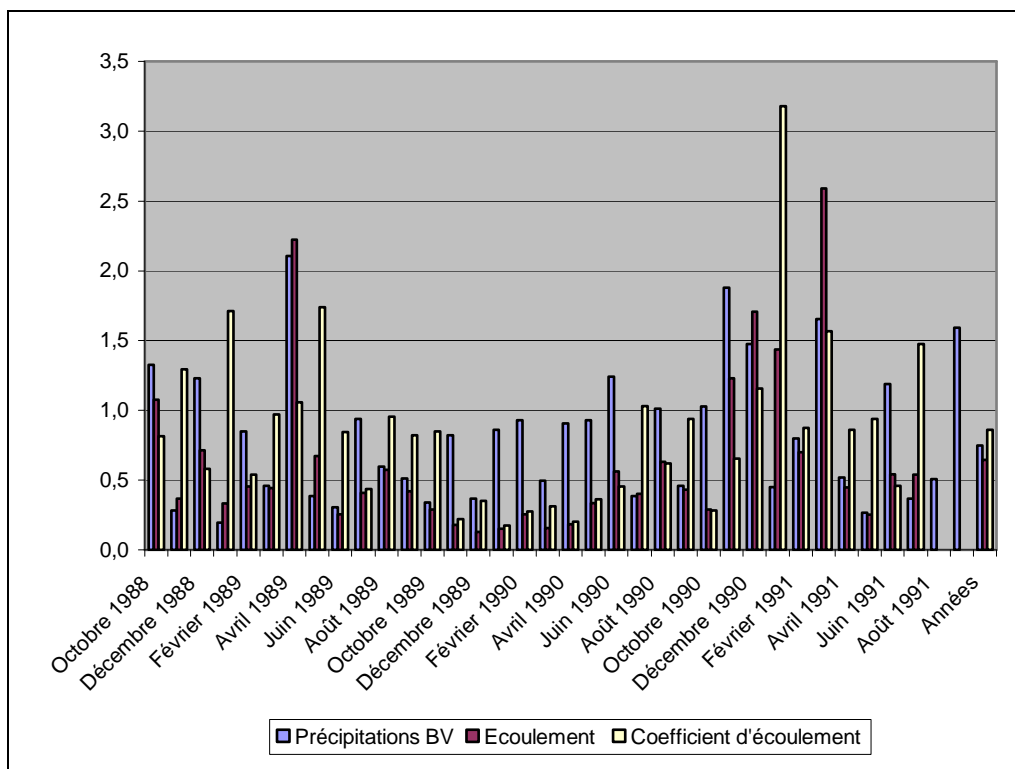


Figure 152 : Rapport à la normale des précipitations, de l'écoulement et du coefficient d'écoulement sur le Bassin versant du Gier à Rive-de-Gier pendant les années hydrologiques 1988 à 1991 (Banque HYDRO, METEO-FRANCE)

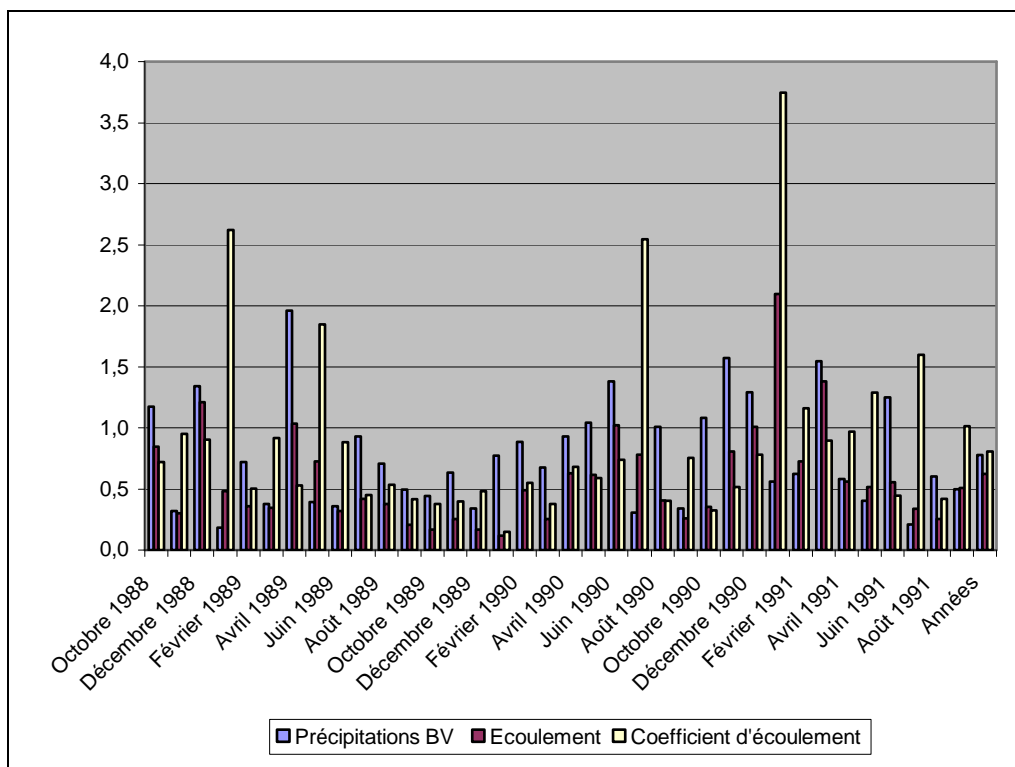


Figure 153 : Rapport à la normale des précipitations, de l'écoulement et du coefficient d'écoulement sur le Bassin versant de la Semène à Saint-Didier-en-Velay pendant les années hydrologiques 1988-1991 (Banque HYDRO, METEO-FRANCE)

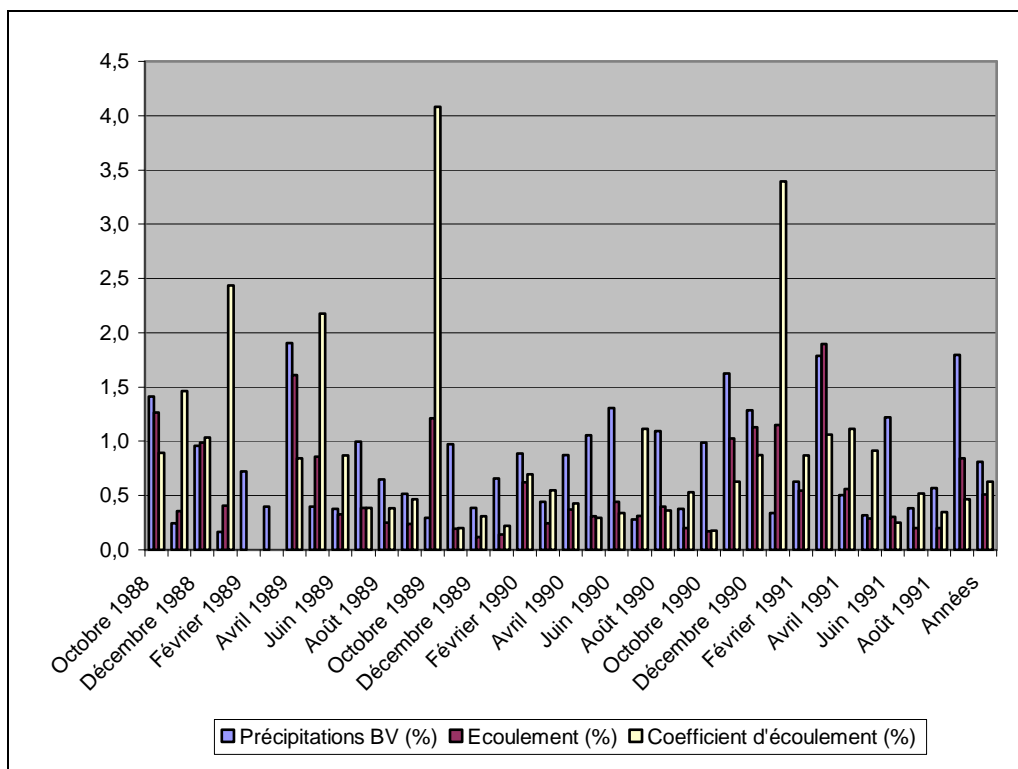


Figure 154 : Rapport à la normale des précipitations, de l'écoulement et du coefficient d'écoulement sur le Bassin versant de la Valencize à Chavanay pendant les années hydrologiques 1988-1991 (Banque HYDRO, METEO-FRANCE)

Sur le Bassin versant de la Dunières à Sainte-Sigolène, la sécheresse a surtout eu lieu pendant l'année hydrologique 1989-1990. Les précipitations et l'écoulement ont été nettement déficitaires pendant l'hiver. Il a d'ailleurs fallu attendre l'été 1990 pour retrouver un écoulement proche de la normale. Si l'été 1991 a été aussi déficitaire au niveau des précipitations, cela a été une période courte qui a peu affecté l'écoulement.

Sur le Bassin versant du Gier à Rive-de-Gier, les précipitations n'ont jamais atteint un niveau trop faible. Pendant l'année hydrologique 1989-1990, elles ont été relativement proches de la normale. L'écoulement a été beaucoup plus affecté par la sécheresse. Le Bassin versant du Gier a connu des températures anormalement élevées, surtout sur le sud des Monts du Lyonnais. Ces températures supérieures à la normale ont pu se traduire par une évapotranspiration plus élevée. Les printemps 1989 et 1991, bien arrosés, ont permis de limiter les sécheresses estivales.

Sur le Bassin versant de la Semène à Saint-Didier-en-Velay, la situation a été plus difficile que sur le Bassin versant de la Dunières à Sainte-Sigolène. Les précipitations ont aussi été faibles pendant l'année hydrologique 1989-1990 mais sur l'ensemble de la période considérée, les précipitations excédentaires ont été plutôt rares. Cela a entraîné un écoulement faible. Rares ont été les mois où l'écoulement a atteint 50 % de la normale.

Quatrième partie : Des périodes de crise, les périodes de sécheresse

Le Bassin versant de la Valencize à Chavanay a connu un certain déficit d'écoulement pendant toute la période Avril 1989 – Septembre 1991, à de rares exceptions près. Les précipitations ont parfois atteint un niveau critique et ont rarement été excédentaires. Dans une moindre mesure que le Bassin versant du Gier, les températures ont aussi été anormalement élevées. Il est probable que les capacités de rétention en eau des sols aient été sérieusement affectées pendant cette période.

1.3 Les retenues collinaires épuisées, l'arboriculture et la céréaliculture touchées

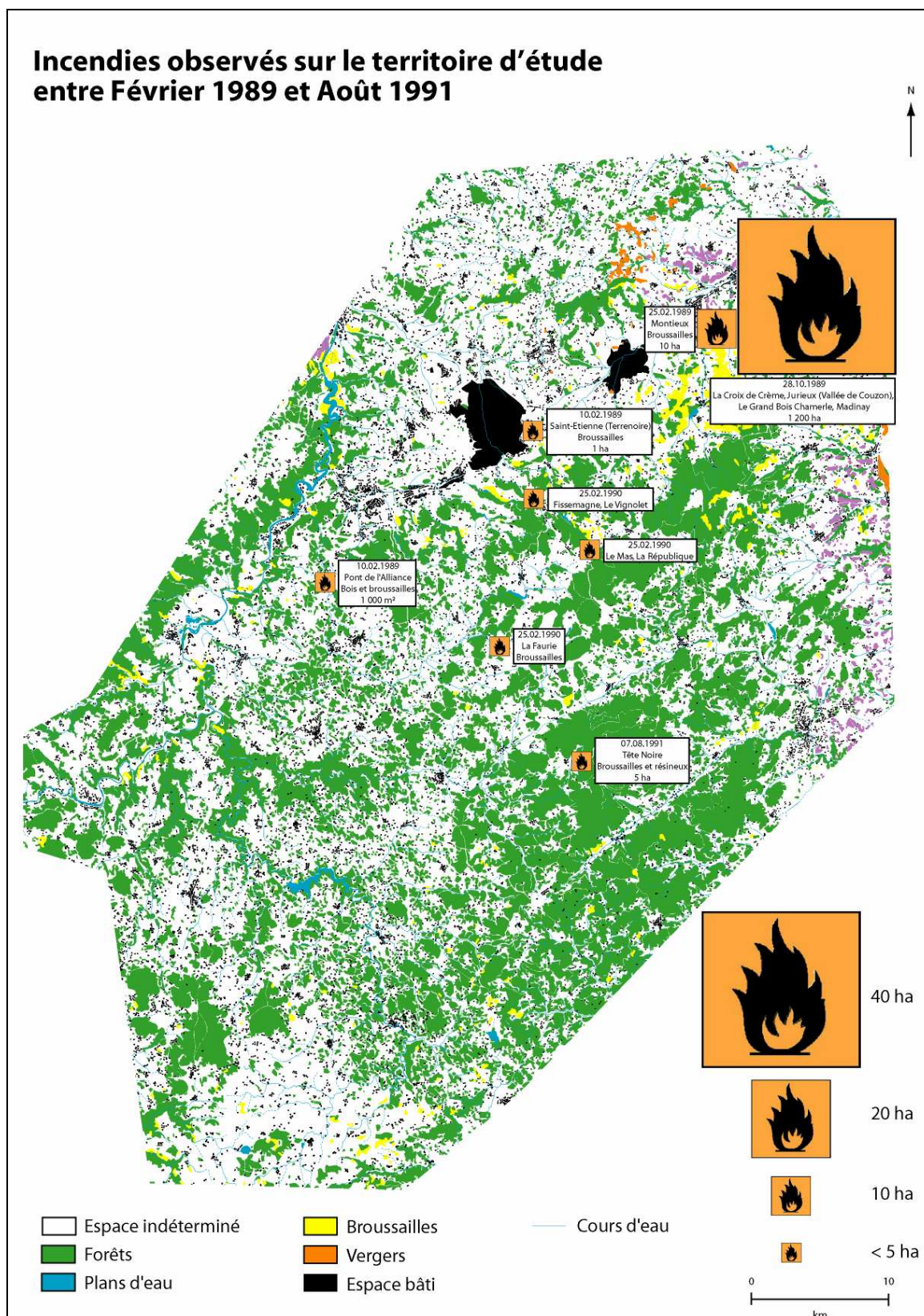


Figure 155 : Incendies observés sur le territoire d'étude entre février 1989 et août 1991 (LA TRIBUNE - LE PROGRES)

Beaucoup d'incendies d'ampleur modeste se sont produits, notamment en février 1989 et 1990. L'incendie de la Vallée de Couzon, qui a ravagé 1 200 hectares en octobre 1989, s'est produit pendant une période très sèche. Dans notre région, les incendies les plus graves ne se sont pas toujours produits en été. L'état de stress hydrique de la végétation est un paramètre essentiel qui peut avoir lieu du printemps à l'automne.

En juillet 1990, le centre météorologique départemental d'Andrézieux-Bouthéon n'a relevé que 42 mm d'eau, contre 65 mm pour un mois de juillet normal. Il n'y eut que 5 jours de précipitations. M. RIVOIRE, Conseiller en irrigation à la Chambre d'agriculture, s'en inquiétait alors : *« Nous avons eu, en avril, mai et juin, des précipitations supérieures à la normale, ce qui a permis un bon départ pour les cultures. Le problème se pose, depuis le 14 juillet, pour les cultures non irriguées qui souffrent énormément de ce léger déficit pluviométrique mais surtout d'une forte évaporation liée aux températures élevées. [...] C'est la première année où une partie des retenues collinaires ne se remplit pas pendant l'hiver, et ce malgré les pluies d'avril. Ces retenues ont aussi été très sollicitées en juillet. Plus d'un tiers de leur réserve a été utilisée. S'il ne pleut pas d'ici la fin septembre, toutes les retenues seront vides ».*

La récolte des arboriculteurs du Mont Pilat (66 % de pommes en superficie, 20 % de poires, 14 % de pêches) a été de 5 000 tonnes pour l'année 1990. Pour l'année 1991, la récolte a été de 2 750 tonnes, mais c'est à la suite des gelées du mois de mai que 40 % des récoltes ont été perdues. La récolte atteint en temps normal 7 500 tonnes de pommes.

Le 12 septembre 1991, des exploitants agricoles se sont retrouvés en cessation de paiement et se sont vus contraints de déposer le bilan auprès des tribunaux ligériens, ce qui n'était jamais arrivé au cours des épisodes de sécheresse précédents. Dans le Département de la Loire, le rendement des orges de printemps a diminué de 50 % par rapport à une année normale.

1.4 Les mesures prises et envisagées

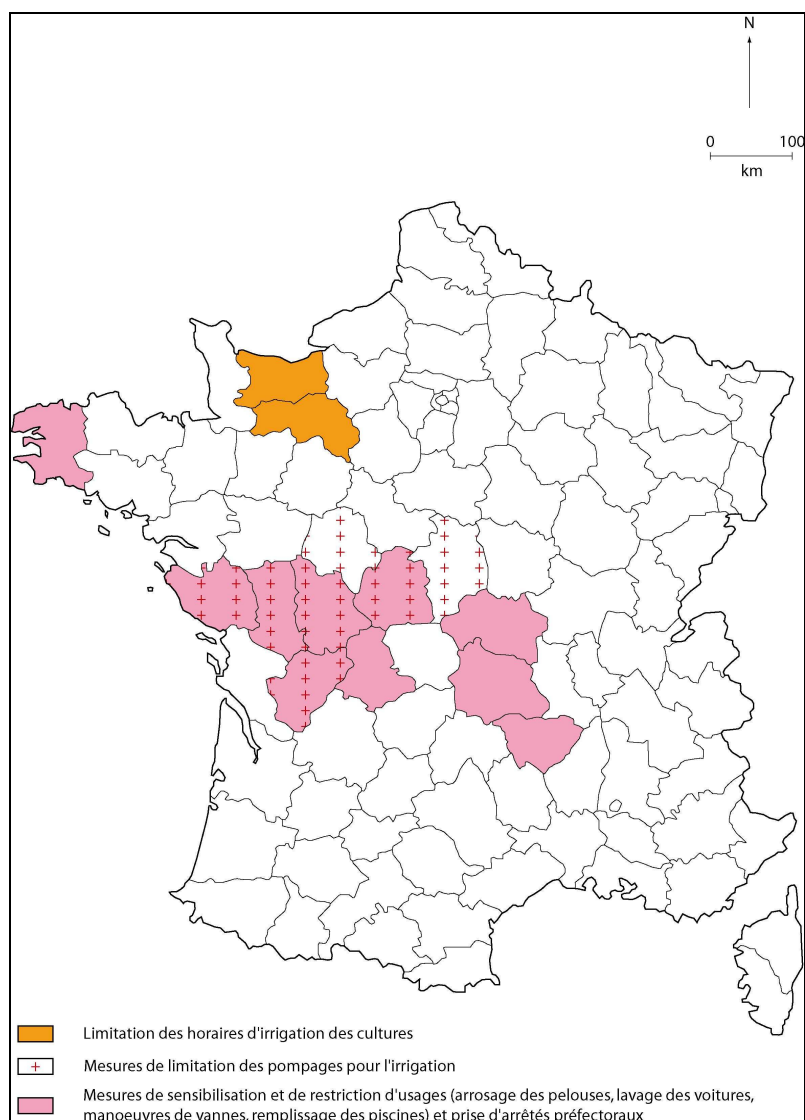


Figure 156 : Les restrictions d'usages de l'eau au 1er août 1989 (LA TRIBUNE – LE PROGRES)

Mesures prises au niveau national ayant des répercussions locales. Le groupe « Sécheresse » de la Mission Interministérielle de l'Eau s'est réuni tous les quinze jours pour faire le point sur l'état de la sécheresse au niveau national. Peu de départements ont été concernés par des restrictions d'usages de l'eau à l'échelle nationale. L'irrigation a été limitée et contrôlée dans les régions Auvergne, Limousin et Poitou-Charentes.

Le 26 avril 1990, le gouvernement de M. ROCARD a mis en place un dispositif pour faire face à la question de la sécheresse : des cellules de crise au niveau national et départemental, la sensibilisation du public sur la nécessité d'économiser l'eau, et un projet de loi sur le droit des eaux.

Le 26 juillet 1990, R. LACOMBE, alors Président de la Fédération Nationale des Syndicats et Exploitants Agricoles, déclarait : « *Pour faire face à la sécheresse, qui affecte maintenant la France une année sur deux, les agriculteurs souhaitent que le gouvernement s'engage dans la construction de nouveaux barrages. [...] Les pouvoirs publics et les banques doivent investir dans la construction de barrages hydro-électriques et de « lacs collinaires.* » [...] Il faut noyer certaines vallées pour que l'intérêt public prime. »

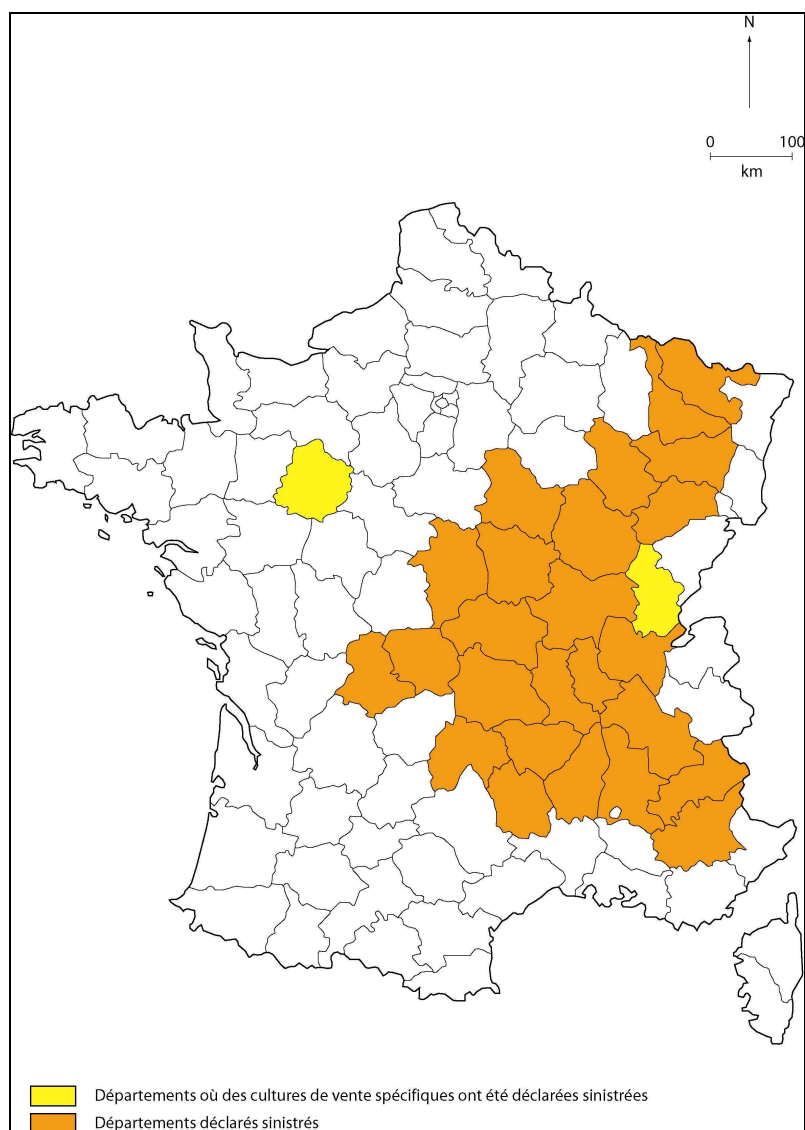


Figure 157 : Les départements reconnus sinistrés par la sécheresse de 1991 (LA TRIBUNE – LE PROGRES)

Par arrêté ministériel en date du 6 août 1992, le Département de la Loire a été déclaré sinistré par la sécheresse du printemps et de l'été 1991 pour les pertes de récoltes pour les cultures fourragères suivantes : prairies (naturelles, temporaires, artificielles), maïs

ensilage-sorgho, cultures dérobées, choux et tubercules fourragers. Sur le territoire d'étude, les communes sinistrées furent : Bourg-Argental, Burdignes, Colombier, Graix, Saint-Julien-Molin-Molette, Saint-Sauveur-en-Rue, Thélis-la-Combe et La Versanne. Ce sont exclusivement des communes du Parc Naturel Régional du Pilat.

Dans le Département de la Loire. Sur le site de Grangent, un des responsables d'E.D.F. affirmait le 11 août 1989 : *« En ces temps de sécheresse, E.D.F. souhaite informer le public du rôle particulier que joue le Barrage de Grangent dans l'alimentation du Canal du Forez. Dans la situation actuelle où les débits naturels de la Loire connaissent leurs valeurs les plus faibles depuis 1982, le Barrage de Grangent contribue à lutter contre la sécheresse en restituant un débit supérieur au débit entrant. »*

La ville du Chambon-Feugerolles, par suite d'une diminution importante de la réserve du Barrage du Cotatay qui l'alimente, s'est approvisionnée à partir du réseau de Lavalette.

Entre le 29 décembre 1989 et le 14 avril 1990, les camions citernes sont régulièrement venus approvisionner en eau deux des quatre réservoirs de la commune de Planfoy. Le 3 août 1990, les réservoirs d'eau de la commune de Planfoy se sont remplis. L'interdiction d'arroser et de laver les voitures a été levée.

Le 30 juillet 1991, la cote du Barrage de Grangent était de 419,924 mètres. Pour que la cote ne descende pas en dessous de 419 mètres, le débit réservé au Canal du Forez a été abaissé de $3,6 \text{ m}^3 / \text{s}$ à $3,3 \text{ m}^3 / \text{s}$, ce qui correspond à une économie de $285\,000 \text{ m}^3 / \text{jour}$ pour l'irrigation. Le Syndicat Mixte d'Irrigation du Forez a demandé aux agriculteurs de la plaine du Forez de ne plus arroser les prairies.

Le 1^{er} août, le bureau de la Chambre d'agriculture de la Loire s'est réuni : *« A court terme, le manque d'eau est suffisamment généralisé pour que le Département de la Loire soit classé parmi les zones sinistrées. [...] Nous constatons que le Barrage de Grangent, insuffisamment approvisionné en amont, est proche aujourd'hui de son niveau minimum (cote 419), qui ne peut en aucun cas être franchi. Même si les agriculteurs font des efforts pour consacrer l'eau disponible en priorité aux plantes sensibles (maïs notamment), l'irrigation actuellement en place et a fortiori, les surfaces à venir sont remises en cause par la précarité de la ressource. Ceci démontre la nécessité d'une réserve supplémentaire en amont, telle que celle qui était prévue à Serre-de-la-Fare. Nous souhaitons que le coup d'arrêt porté à ce projet cette semaine ne soit pas définitif et que des moyens soient prévus pour assurer les quantités d'eau nécessaires. »*

Dans le Département de la Haute-Loire. Le 31 décembre 1989, C. SOLEILHAC, Président de la Fédération de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique de Haute-Loire, déclara : *« La sécheresse de 1989 et sans doute des années qui vont suivre, confirme de façon dramatique le défi de notre époque : les besoins exponentiels en eau face à la précarité et aux limites de la ressource. Nous devons tous en prendre conscience. En particulier les élus, souvent décideurs d'aménagements irréfléchis, doivent agir avec lucidité dans une perspective qui ne se limite pas à un mandat électoral. »*

Le 15 juillet 1992, le Préfet de la Haute-Loire, P. GREGOIRE, déclara le Département de la Haute-Loire zone sinistrée à l'exception du canton de la Chaise-Dieu à la suite de la sécheresse de 1991. Les productions suivantes sont classées sinistrées, lorsque l'ensemble de ces cultures est conduit sans irrigation : les prairies naturelles (30 à 50 % de pertes), les prairies temporaires (40 % de pertes), les prairies artificielles (33 % de pertes), le maïs utilisé comme fourrage (40 à 50 % de pertes).

Face à cet épisode de sécheresse pluriannuel, la réponse apportée par les pouvoirs publics n'a pas été directe. Les départements ont été déclarés zone sinistrée, ce qui a permis de déclencher l'indemnisation des propriétaires endommagés pour certaines cultures. La limitation de l'usage de l'eau pour certaines activités a été mise en place mais ces mesures n'ont que peu d'impact face à un phénomène durable. Les représentants du monde agricole ont donc émis le souhait de disposer de réserves d'eau beaucoup plus importantes. La longueur d'un tel épisode de sécheresse, conjuguée aux difficultés économiques du secteur agricole a permis de souligner l'importance du débat sur la création des grands barrages à la fin des années 1980 et au début des années 1990. Contrairement à la période 1945-1975, la construction de grands ouvrages n'était alors plus à l'ordre du jour politique.

Entre 1991 et aujourd'hui, il y eut deux épisodes de sécheresse significatifs : 1997 et 2003. Nous avons choisi d'analyser le plus récent, le plus intense, le plus durable et celui qui a causé le plus de dégâts. 2003, conjugué à des températures très élevées, fut l'épisode qui a remis au goût du jour la question de la préservation de la ressource en eau.

Chapitre 2 : La sécheresse de 2003

2.1 Des précipitations faibles à partir du printemps, associées à des températures record

Les précipitations.

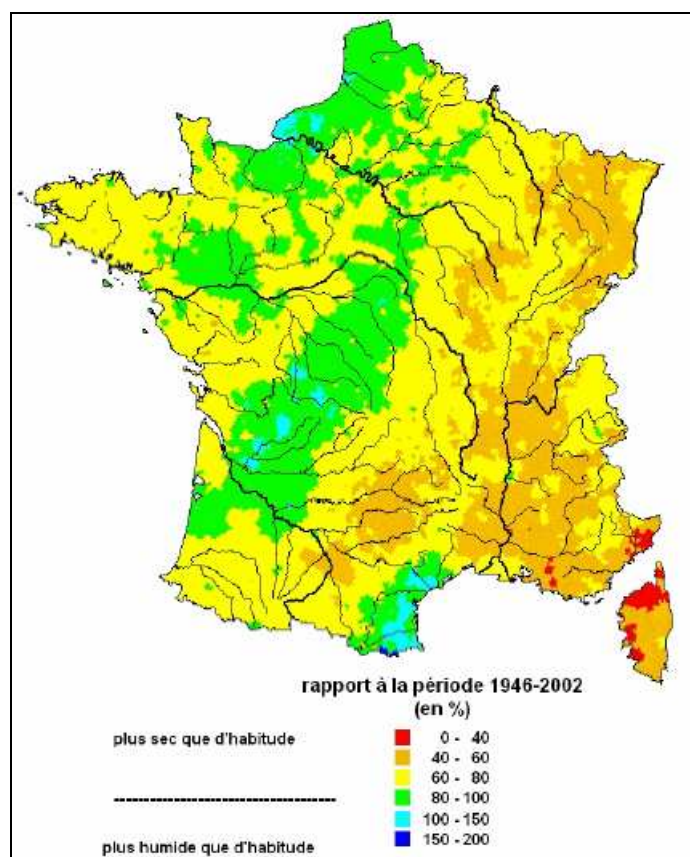


Figure 158 : Rapport entre les précipitations brutes entre le 1^{er} février et le 31 août 2003 et les précipitations moyennes de 1946 à 2002 (METEO-FRANCE)

Le territoire d'étude s'est inscrit dans un secteur sec entre le 1^{er} février et le 31 août 2003. D'après Météo-France, les précipitations brutes ont été comprises entre 40 et 60 % de la normale. **A l'échelle nationale**, seules la Normandie, l'Ouest du Limousin et le Languedoc ont été des régions excédentaires au niveau de la pluviométrie. Le Nord de la Corse, les Bouches-du-Rhône et les Alpes-Maritimes ont été les régions les moins pourvues en eau par rapport à la normale.

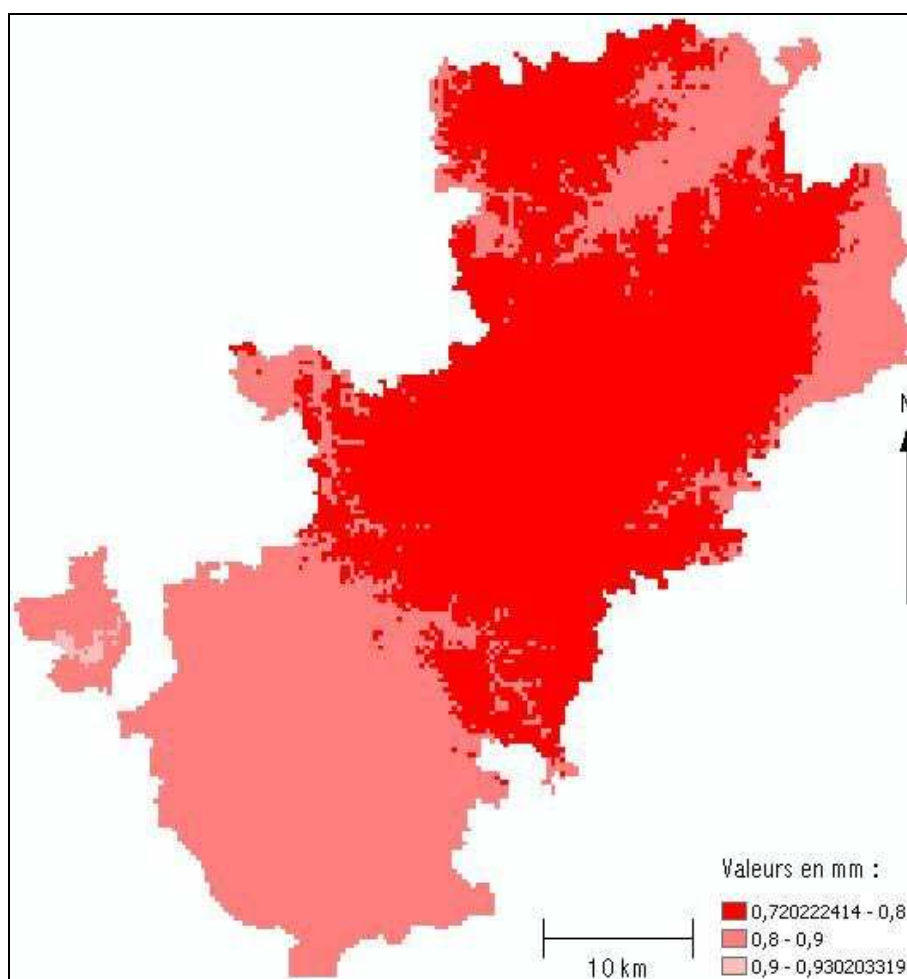


Figure 159 : Rapport entre les précipitations d'Octobre 2002 à Septembre 2003 et les précipitations de la période de référence 1971-2000 (METEO-FRANCE)

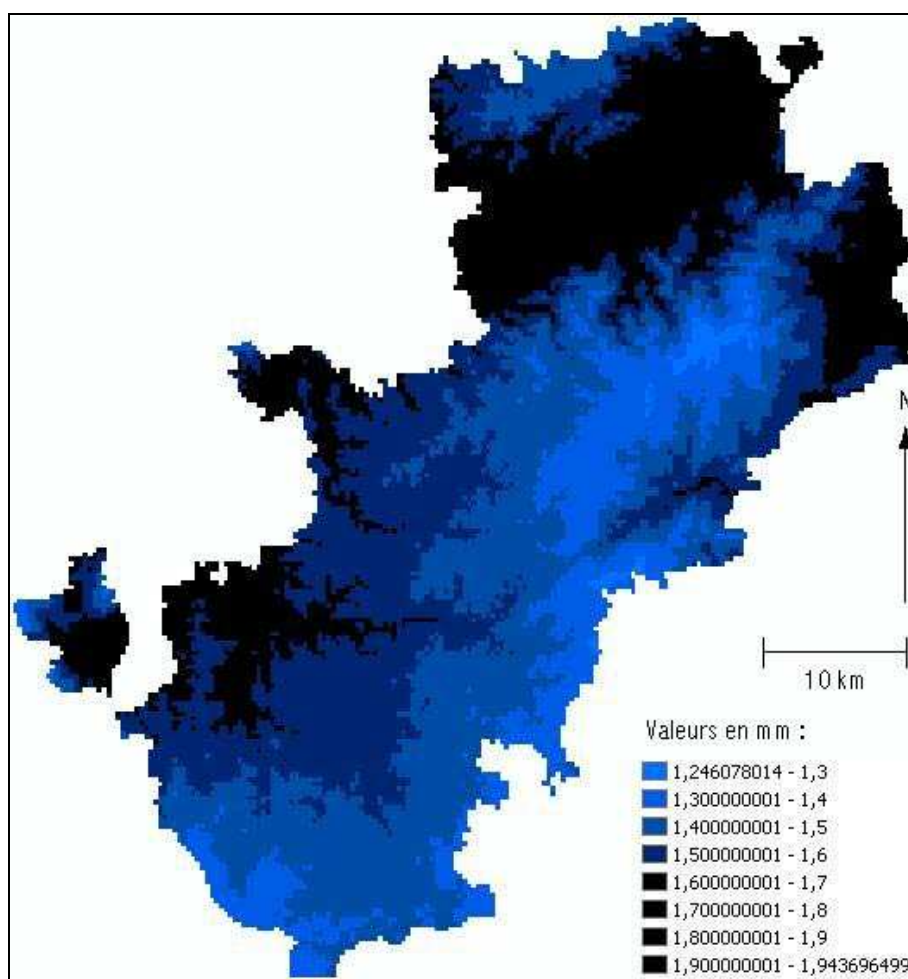


Figure 160 : Rapport entre les précipitations d'Octobre 2002 à Décembre 2002 et les précipitations de la période de référence 1971-2000 (METEO-FRANCE)

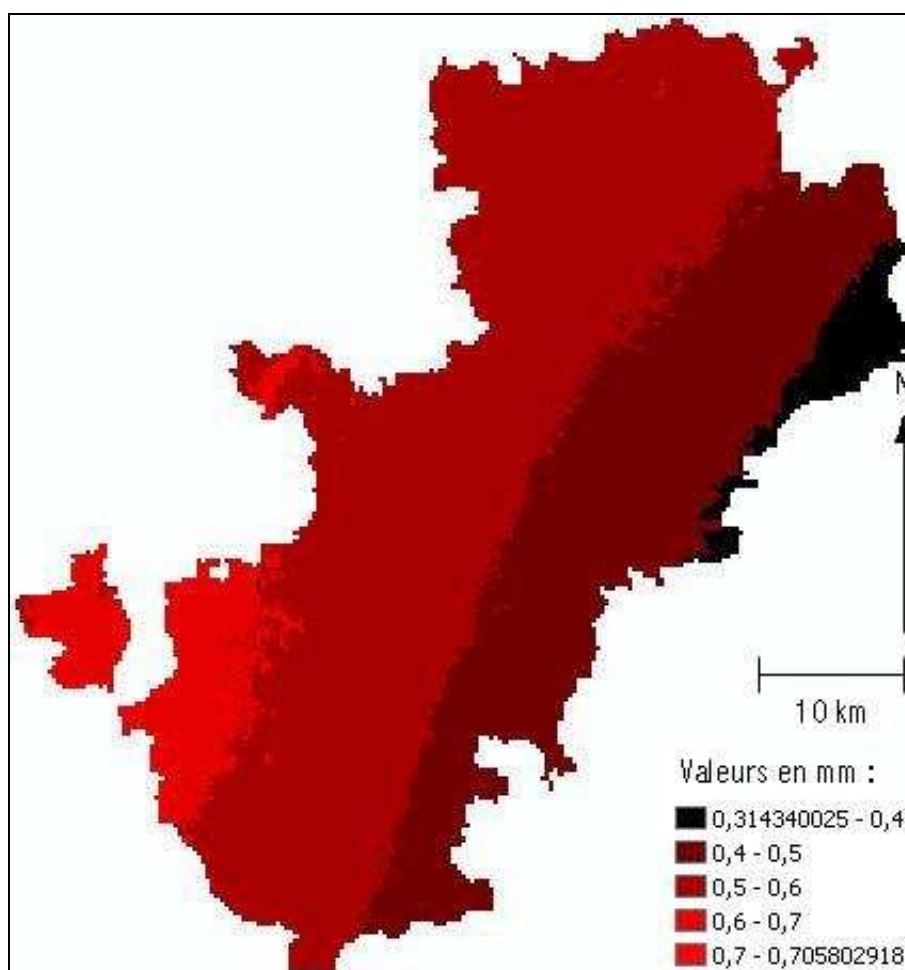


Figure 161 : Rapport entre les précipitations de Janvier 2003 à Mars 2003 et les précipitations de la période de référence 1971-2000 (METEO-FRANCE)

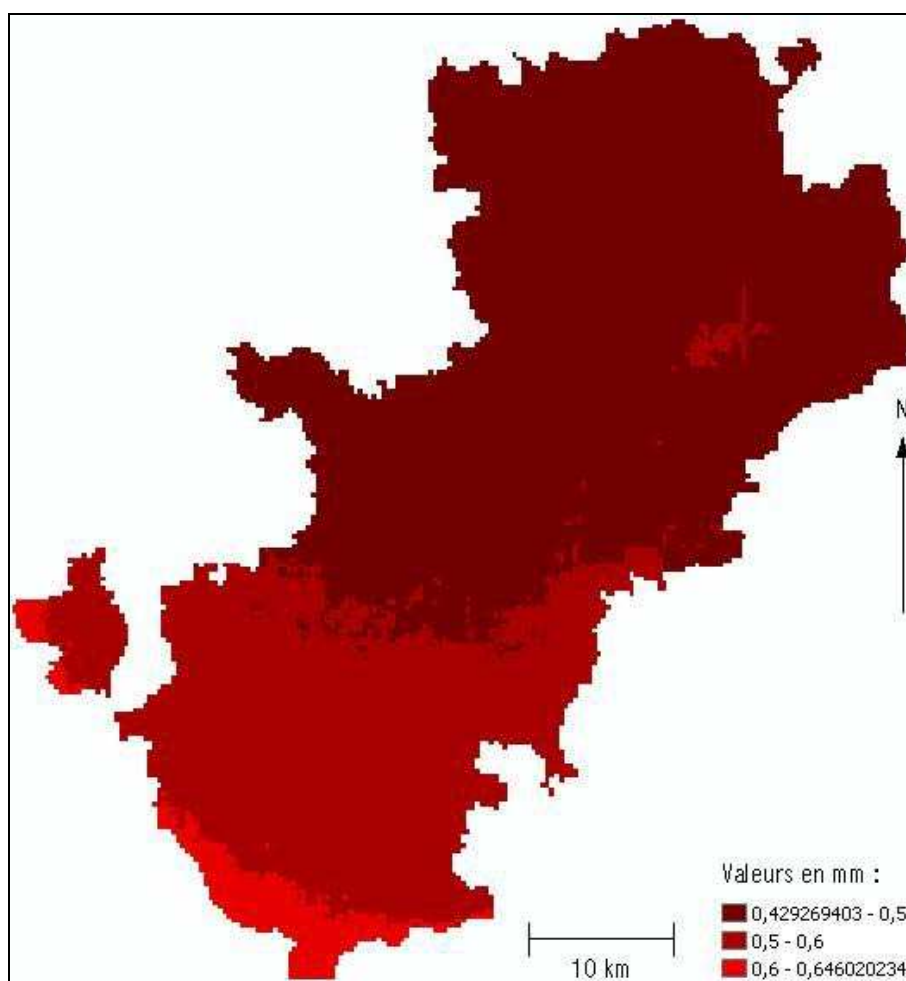


Figure 162 : Rapport entre les précipitations d'Avril 2003 à Juin 2003 et les précipitations de la période de référence 1971-2000 (METEO-FRANCE)

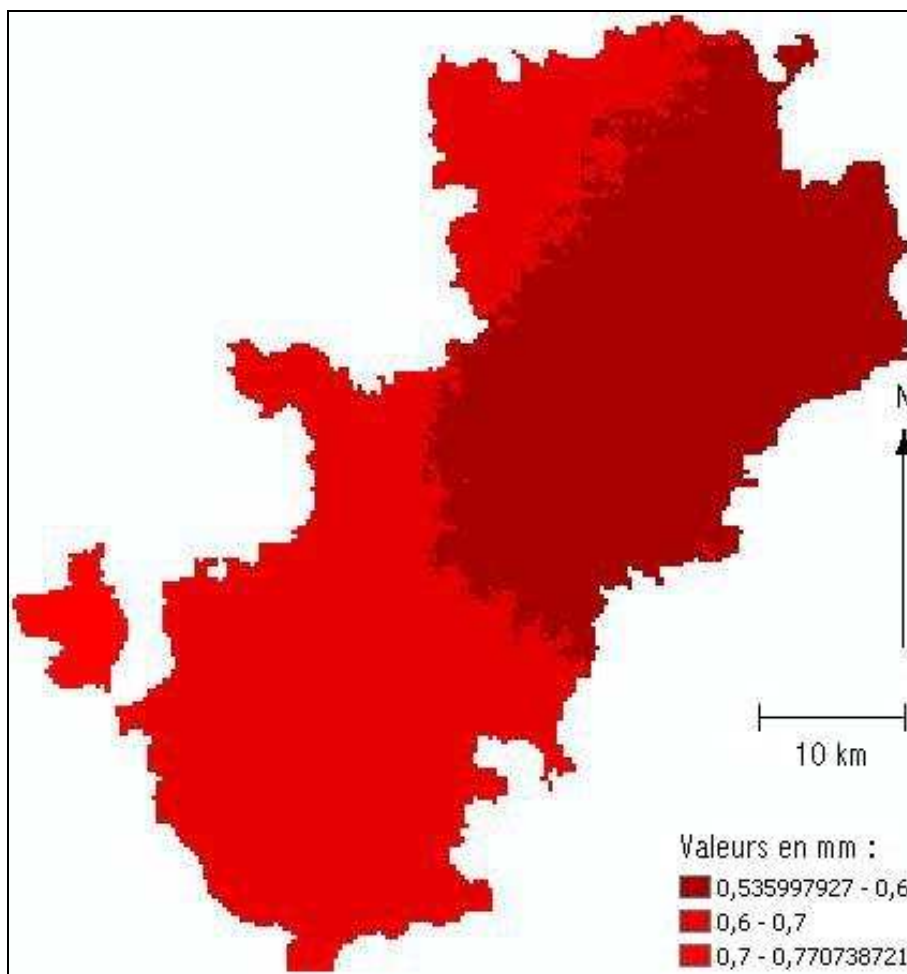


Figure 163 : Rapport entre les précipitations de Juillet 2003 à Septembre 2003 et les précipitations de la période de référence 1971-2000 (METEO-FRANCE)

Entre octobre 2002 et septembre 2003, les précipitations ont été inférieures à la normale. Les valeurs n'ont pas été exceptionnelles. Dans le nord-est de la Haute-Loire, dans la Vallée du Gier et sur le plateau pélussinois, les précipitations de l'année hydrologique 2002-2003 ont représenté au moins 80 % de la normale. L'écart a été un peu plus important sur le Massif du Pilat, les Monts du Lyonnais, les Vallées de la Dunières et de la Semène et la Chaîne des Boutières. Cette réalité annuelle masque des réalités saisonnières fort contrastées.

L'automne est une période où les précipitations ont été nettement supérieures à la normale. Les Vallées du Gier, de la Loire et du Rhône ont reçu de fortes précipitations pendant le mois de novembre 2002, alors que les reliefs ont été plus épargnés. Ces pluies d'automne ont probablement été trop intenses et surtout beaucoup trop précoces pour avoir un impact sur la ressource en eau des périodes suivantes.

Quatrième partie : Des périodes de crise, les périodes de sécheresse

Si l'automne 2002 était arrosé, l'hiver 2003 était sec voire très sec. La sécheresse a été plus accusée sur le versant rhodanien, où les précipitations n'ont pas atteint la moitié des valeurs habituelles. La situation la plus grave s'est produite sur le plateau pélussinois. A l'ouest du Massif du Pilat et de la Chaîne des Boutières, les précipitations ont été plus conformes à la normale, en étant tout de même assez déficitaires. Elles n'ont pas atteint 70,6 % du total perçu pendant la période de référence 1971-2000.

S'il y a une différence majeure entre l'année hydrologique 1996-1997 et 2002-2003, elle se trouve dans l'indigence des précipitations du 1^{er} semestre. Les réserves en eau ont été sollicitées très tôt. Le territoire n'a recueilli environ que la moitié des précipitations printanières habituelles, avec une situation un peu moins grave sur la Haute-Loire. La sécheresse atmosphérique s'est donc poursuivie sur un semestre complet, dans des proportions inquiétantes.

L'été 2003 a été à peine plus favorable que le premier semestre. Le Massif du Pilat et le plateau pélussinois ont reçu la moitié des précipitations habituelles. L'agglomération stéphanoise, le sud des Monts du Lyonnais, le nord-est de la Haute-Loire ont été un peu plus privilégiées par rapport à la pluviométrie. Celle-ci demeure nettement insuffisante.

Cet épisode a débuté en mars 2003 pour se poursuivre jusqu'à fin septembre, assorti de chaleurs exceptionnelles entre fin juin et la première décade d'août. Ces très fortes chaleurs ont favorisé l'évaporation des retenues artificielles et l'évapotranspiration des végétaux. La retenue de Bois d'Etat s'est retrouvée à un niveau critique à la fin du mois d'août et il a fallu puiser sur les réserves de la retenue des Plats pour pallier le manque.

	Lyon-Bron			Saint-Etienne Bouthéon		
	Précipitations observées (en mm)	Moyenne interannuelle	Rapport à la moyenne	Précipitations observées (en mm)	Moyenne interannuelle	Rapport à la moyenne
01/02/2003 - 10/02/2003	11	52	-77%	15	34	-53%
11/02/2003 - 20/02/2003	0			0		
21/02/2003 - 28/02/2003	1			1		
01/03/2003 - 10/03/2003	18	59	-69%	9	43	-72%
11/03/2003 - 20/03/2003	0			0		
21/03/2003 - 31/03/2003	0			1		
01/04/2003 - 10/04/2003	13	64	-63%	14	58	-57%
11/04/2003 - 20/04/2003	3			9		
21/04/2003 - 30/04/2003	9			3		
01/05/2003 - 10/05/2003	8	80	-6%	0	85	-47%
11/05/2003 - 20/05/2003	53			19		
21/05/2003 - 31/05/2003	14			25		

	Lyon-Bron			Saint-Etienne Bouthéon		
	Précipitations observées (en mm)	Moyenne interannuelle	Rapport à la moyenne	Précipitations observées (en mm)	Moyenne interannuelle	Rapport à la moyenne
01/06/2003 - 10/06/2003	10	81	-72%	4	85	-73%
11/06/2003 - 20/06/2003	2			9		
21/06/2003 - 30/06/2003	11			10		
01/07/2003 - 10/07/2003	8	58	-10%	3	61	-21%
11/07/2003 - 20/07/2003	7			19		
21/07/2003 - 31/07/2003	37			21		
01/08/2003 - 10/08/2003	0	86	-59%	0	79	-5%
11/08/2003 - 20/08/2003	19			43		
21/08/2003 - 31/08/2003	16			32		

Tableau 46 : Précipitations à Lyon-Bron et à Saint-Etienne-Bouthéon par décade entre le 01.03.2003 et le 31.08.2003 (METEO-FRANCE)

L'épisode de sécheresse s'est généralisé sur l'ensemble du territoire français malgré un début d'année hydrologique favorable. L'hiver, où l'eau peut s'infiltrer du sol jusqu'aux nappes sans être court-circuitée par la végétation, s'est révélé sec et les déficits en eau observés en février et en mars ont abouti à une demande en eau accrue pour les végétaux. Le déficit observé en termes de précipitations était de l'ordre de 60 % alors que la réserve en eau était excédentaire du fait d'un début d'année hydrologique satisfaisant.

En mars, le total des précipitations n'a pas atteint pas 10 mm à Saint-Etienne, sur le sud des Monts du Lyonnais et au sud du Massif du Pilat.

En avril, la réserve en eau des sols était déficitaire sur la moitié sud du pays. Dans le Département de la Loire, les précipitations n'ont pas dépassé dix jours sur l'ensemble du mois et ont été inférieures à 30 mm sur le sud des Monts du Lyonnais et à 40 mm sur le Pilat. Le secteur du Mézenc a été bien arrosé avec 80 mm de précipitations. La pluviométrie était inférieure à 60 mm en dessous de 1 000 mètres d'altitude.

En mai, dans le département de la Loire, les précipitations ont été inférieures à 40 mm au sud-est du Massif du Pilat, et même inférieures à 30 mm dans le secteur de Saint-Pierre-de-Bœuf. Les précipitations depuis le début de l'année étaient comparables à 1976. A la station de Bouthéon, 126,3 mm ont été recueillis depuis le début de l'année, ce qui constitue le 3^{ème} total le plus faible depuis 1946, après 1953 (107,6 mm) et 1976 (125 mm). D'après J.-J. PEURIERE, responsable au Centre météorologique départemental de la Loire, « ce niveau correspond à 41 % des quantités normales de précipitations que l'on devrait avoir ».

En juin, l'ensoleillement à Bouthéon était de 241 heures. Le record de 1976 (222 heures en mars 1976) a été battu et les précipitations à Bouthéon n'ont atteint que 25 % de la normale. Dans le Département de la Haute-Loire, on a relevé 250 heures d'ensoleillement au Centre Météorologique Départemental de Loudes, ce qui constitue un record depuis 1984.

Le nord-est du Département de la Haute-Loire a enregistré un déficit de précipitations de 51 % par rapport à la normale et la station la mieux arrosée était le Mazet-Saint-Voy, avec 94 mm de précipitations et un rapport à la normale de 80 %. La pluviométrie a été inférieure à 60 mm dans la Vallée de la Semène. Les températures étaient supérieures de 1 à 2°C au-dessus des normales saisonnières.

En juin, les départements de la Vallée du Rhône, de la Corse, de Midi-Pyrénées et du nord-est de la France étaient dans une phase de sécheresse continue depuis février. Le cumul des précipitations y était inférieur à la moitié de la normale. A Saint-Etienne, le cumul des pluies sur la période de janvier à juin 2003 n'était que de 149 mm contre 343 mm en année moyenne et 134,5 mm en 1976. En Haute-Loire, la pluviométrie n'a pas dépassé 50 mm sur le territoire d'étude, malgré des orages parfois violents.

L'été 2003 a été le plus chaud jamais observé en France, mais il ne s'est pas déroulé en une seule et continue vague de chaleur. Une masse d'air très élevée et très chaude en provenance de la Méditerranée s'est abattue sur tout le territoire pendant la première décade d'août.

En juillet, le déficit de précipitations dans la région était de l'ordre de 25 % et le déficit de la réserve en eau des sols était généralisé à toute la France. Ce déficit a atteint presque 60 % dans l'Ain et était supérieur à 30 % sur le territoire d'étude. On a relevé 197 mm de précipitations depuis le début de l'année à Bouthéon, contre 219 mm le 31 juillet 1976, 346 mm le 31 juillet 1991, et 411 mm pour la normale. C'est encore le sud-est du Massif du Pilat qui a été le moins arrosé, avec des précipitations inférieures à 20 mm dans la région de Bourg-Argental, de Burdignes et de Saint-Sauveur-en-Rue. Les températures à Bouthéon ont été supérieures de 3°C à la moyenne, avec des températures maximales entre le 10 et le 20 juillet comprises entre 35 et 38°C. En Haute-Loire, le bilan des précipitations au 31 juillet n'égalait pas celui de 1976 : 277 mm à Yssingeaux en 2003 contre 208 mm en 1976, 417 mm au Mazet-Saint-Voy contre 300 mm en 1976. Le bilan du mois de juillet était déficitaire avec des précipitations de plus en plus faibles au fur et à mesure que la température s'élevait. Sur le territoire d'étude, la pluviométrie n'a pas dépassé 50 mm.

Quatrième partie : Des périodes de crise, les périodes de sécheresse

A Bron, il est tombé 244 mm d'eau entre le 1^{er} janvier et le 31 juillet 2003. Entre le 1^{er} janvier et le 31 juillet 1976, il était tombé 249 mm. Entre le 1^{er} janvier et le 31 juillet 1991, il était tombé 327 mm. La normale entre le 1^{er} janvier et le 31 juillet est de 453 mm.

En août, la pluviométrie a été très déficitaire, voire nulle, sur la plupart des régions et la canicule a duré du 3 au 13 août avec des températures dépassant 40°C. Le plateau pélussinois et les vallons rhodaniens ont été les moins arrosés, avec une pluviométrie inférieure à 20 mm. Août a été le septième mois consécutif aux précipitations déficitaires en Haute-Loire. Le territoire d'étude a reçu entre 40 et 60 mm de précipitations.

La sécheresse en 2003 aura donc été plus sévère dans le Département de la Loire que dans le Département de la Haute-Loire. Le secteur le plus gravement touché aura été le plateau pélussinois et la Vallée de la Déôme.

Cumul des précipitations en mm			
Du 1 ^{er} janvier au 20 août	Saint-Etienne Bouthéon	Lyon-Bron	Le Puy-Loudes
Normale	473	529	458
1976	317	325	367
1991	383	348	281
2003	272	279	279

Tableau 47 : Cumul des précipitations en mm entre le 1er janvier et le 20 août 2003 à Saint-Etienne Bouthéon, Lyon-Bron et Le Puy-Loudes (METEO-FRANCE)

Les climatologues de Météo France ont commenté l'épisode de sécheresse relevé en 2003 : « *Il convient d'abord de lier cette chaleur estivale à la variabilité de nos climats tempérés et non au réchauffement de la planète. Cet été 2003 est cohérent avec nos connaissances actuelles sur les changements climatiques. Les recherches menées à Météo-France conduisent à penser que la probabilité de vagues de chaleur est en hausse. Le risque de revivre pareil été dans les prochaines années demeure faible.* » Entre les valeurs enregistrées en 1976, en 1991 et en 2003, les différences sont importantes. En 2003, le total pluviométrique relevé à Saint-Etienne Bouthéon, à Lyon-Bron et au Puy-Loudes est inférieur à 280 mm entre le 1^{er} janvier et le 20 août, près de la moitié de la normale sur les trois stations et inférieur au total relevé en 1976 et en 1991. En mars 2007, J. BONNEVIAL, Délégué Départemental de Météo France, affirmait : « *On a le sentiment de basculer dans une succession de périodes douces qui s'enchaînent. [...] Cela fait penser à un vrai signal de la variation climatique.* » Les avis sont donc partagés au sein de l'institution météorologique nationale.

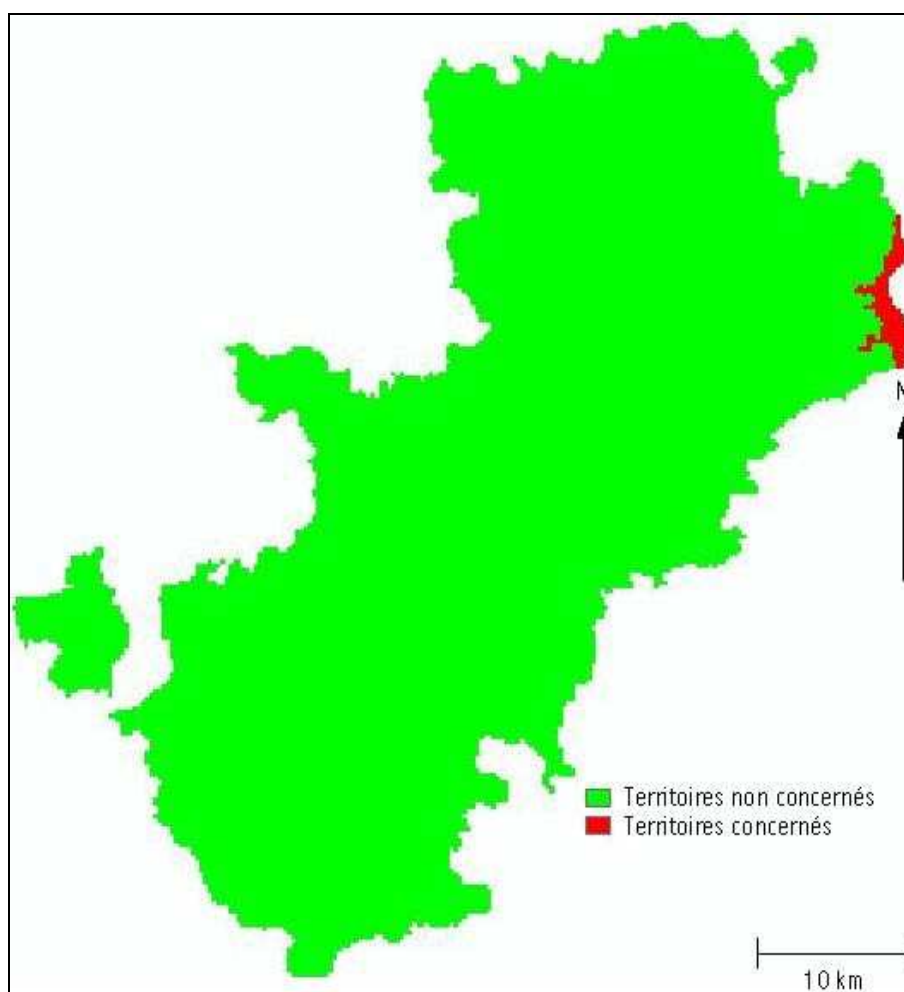
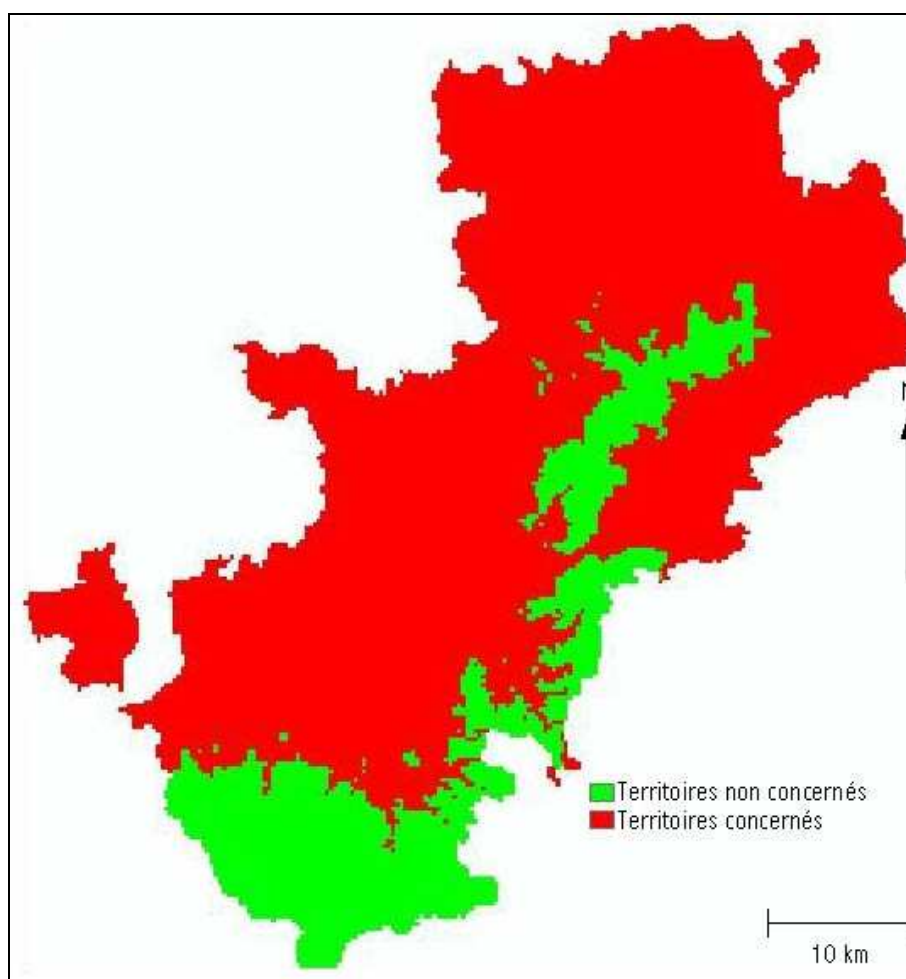


Figure 164 : Les territoires concernés par la sécheresse météorologique entre janvier et mars 2003 (METEO-FRANCE)



**Figure 165 : Les territoires concernés par la sécheresse météorologique entre avril et juin 2003
(METEO-FRANCE)**

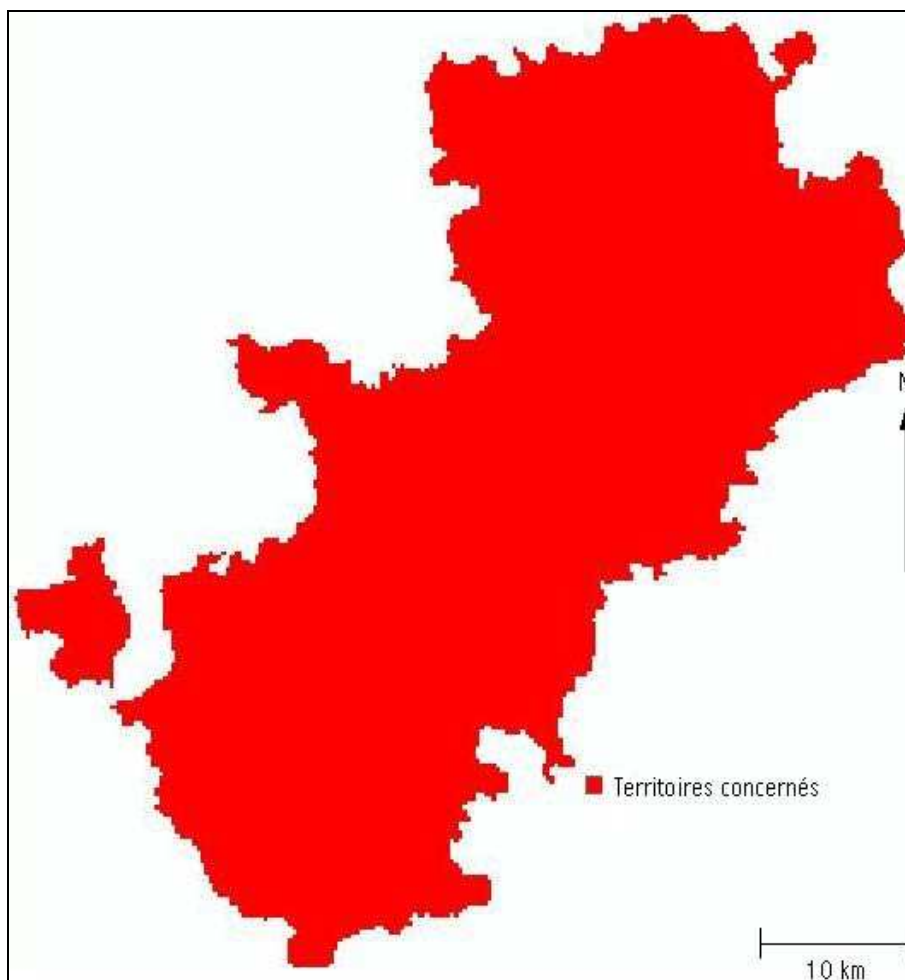


Figure 166 : Les territoires concernés par la sécheresse météorologique entre juillet et septembre 2003 (METEO-FRANCE)

La sécheresse météorologique est le premier stade de la sécheresse. Au cours de la même période, il s'agit de déterminer les lieux où le total des précipitations en mm est inférieur au total des températures en degrés Celsius multiplié par quatre (indice de Gaussen). Les neuf premiers mois de l'année 2003 ont été des mois de sécheresse pour l'ensemble du plateau pélussinois, qui se trouvait en situation de déficit avant le début du printemps. Cette situation s'est étendue à tout le territoire d'étude durant le printemps, même si les surfaces sommitales, au-delà de 1 100 mètres d'altitude, n'étaient pas concernées. Pendant l'été 2003, tout le territoire a été affecté.

L'enneigement. La neige est tombée tardivement pendant l'année hydrologique 2002-2003. Les premières chutes de neige ont eu lieu début janvier 2003, au-delà de 1 000 mètres d'altitude. Il a fallu attendre la première semaine de février pour trouver des hauteurs de neige atteignant 50 cm. Elles ont atteint 90 cm le 19 février sur les Grands Bois

dans le Massif du Pilat. L'enneigement était alors très inégal, puisque la hauteur variait de 45 à 90 cm. Il n'y eut pas de précipitations neigeuses par la suite sur le Massif du Pilat. Les hauteurs de neige n'ont pas été supérieures à 5 cm en deçà de 700 mètres d'altitude. Sur le nord-est du Département de la Haute-Loire, la neige est tombée essentiellement sur l'Yssingelais. Elle a atteint 60 cm en février mais elle n'était plus que de 10 à 15 cm début mars, ce qui témoigne de la faiblesse des apports liés à la neige dans l'écoulement au début du printemps.

Les températures.

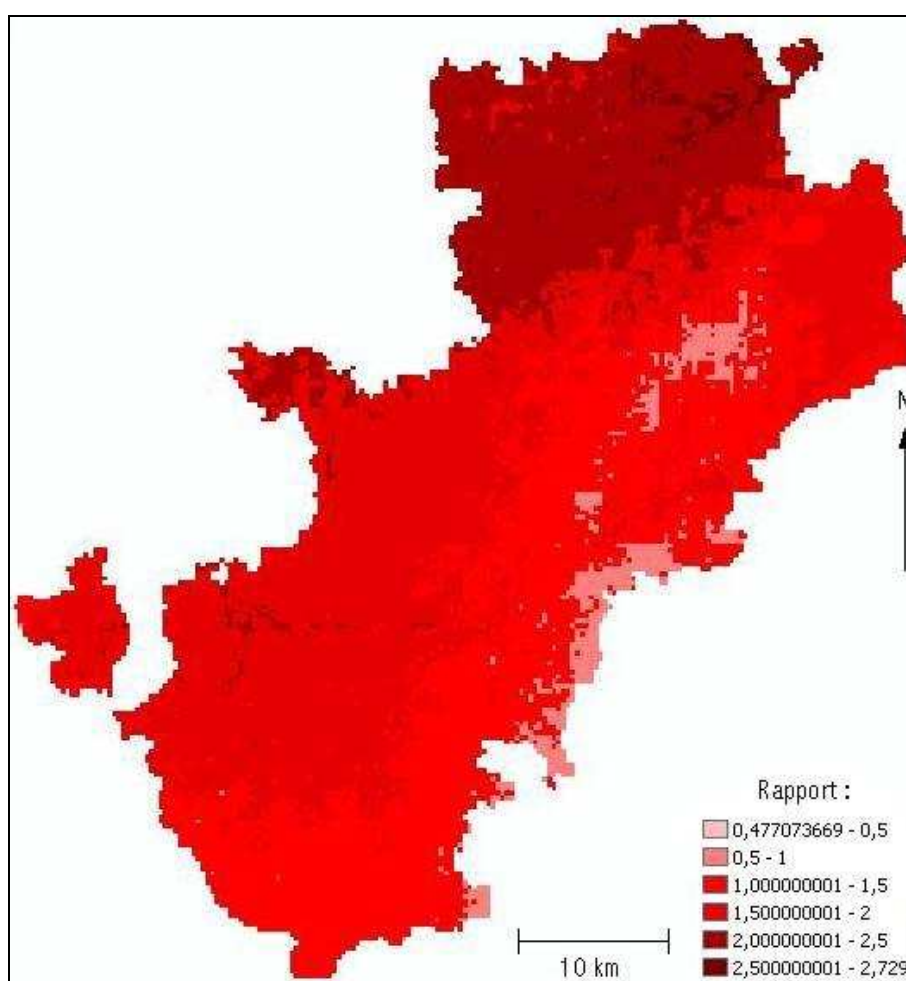


Figure 167 : Rapport entre les températures moyennes d'Octobre 2002 à Septembre 2003 et les températures moyennes de la période de référence 1971-2000 (METEO-FRANCE)

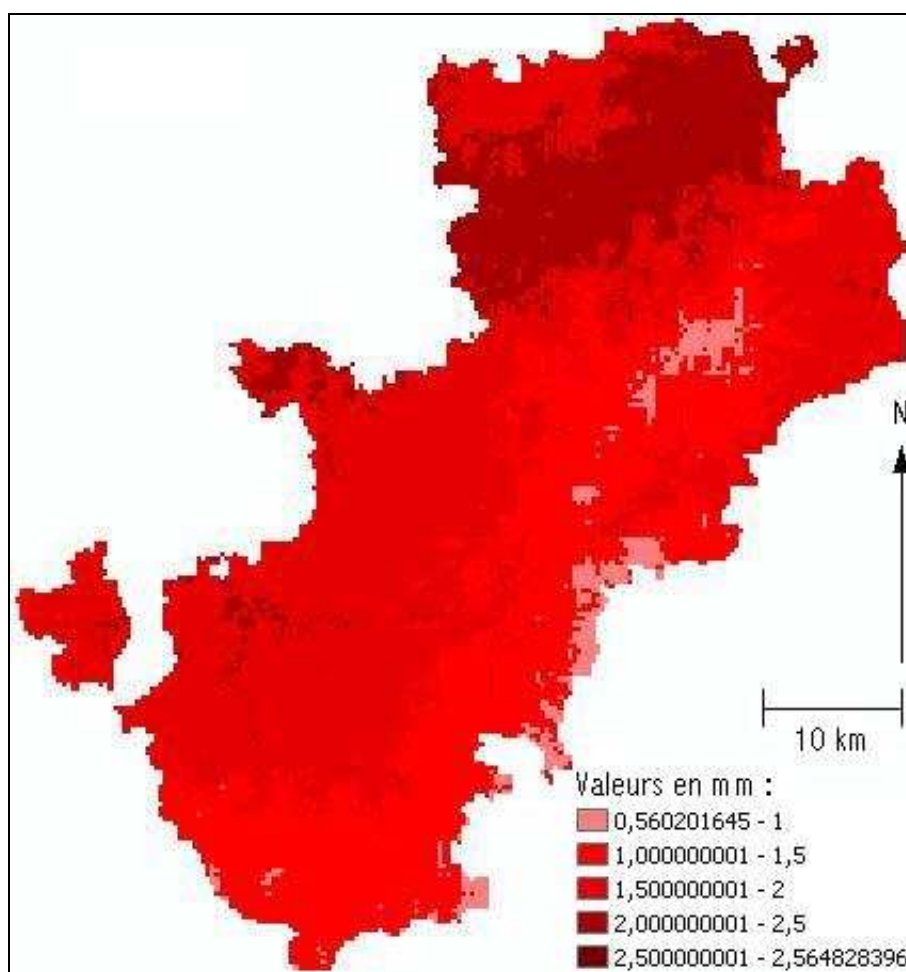


Figure 168 : Rapport entre les températures moyennes d'Octobre 2002 à Décembre 2002 et les températures moyennes de la période de référence 1971-2000 (METEO-FRANCE)

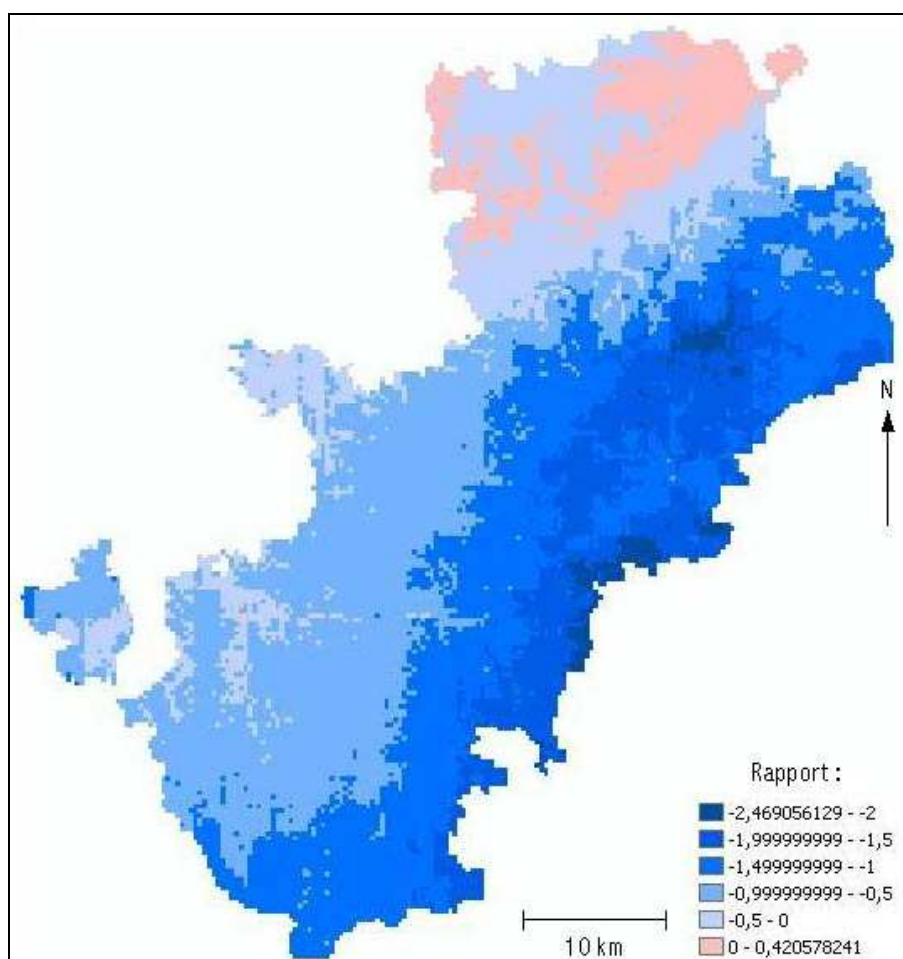


Figure 169 : Rapport entre les températures moyennes de Janvier 2003 à Mars 2003 et les températures moyennes de la période de référence 1971-2000 (METEO-FRANCE)

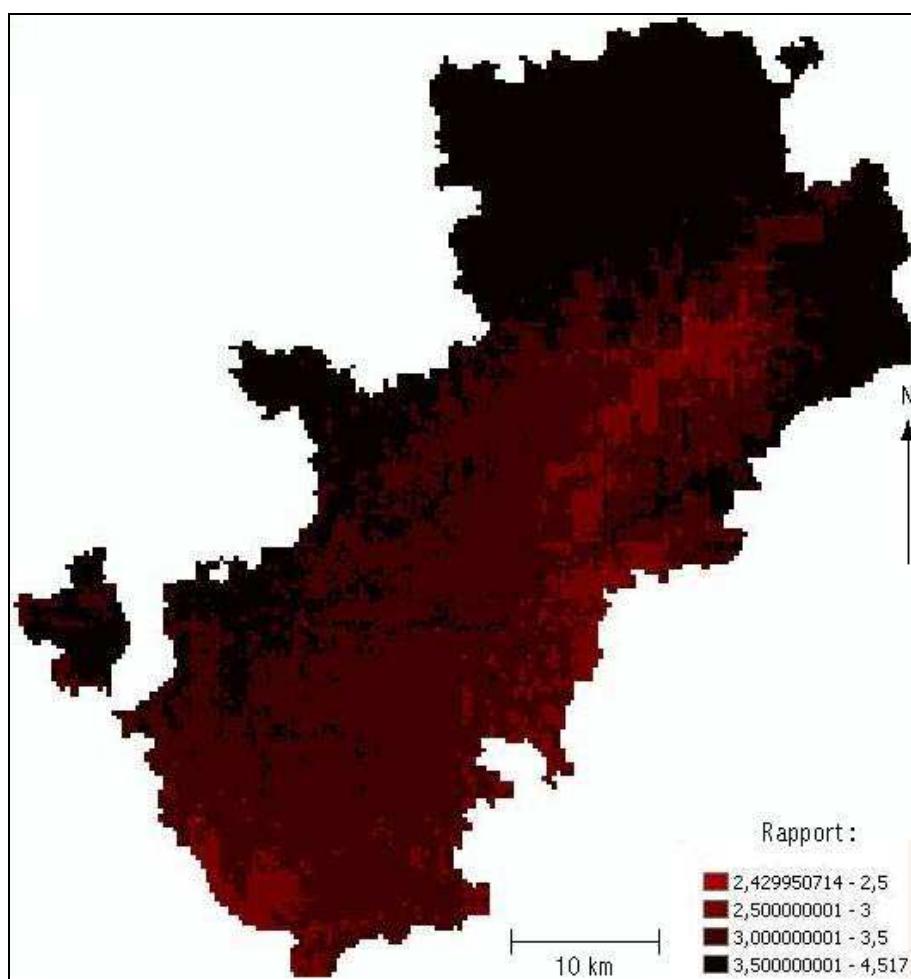


Figure 170 : Rapport entre les températures moyennes d’Avril 2003 à Juin 2003 et les températures moyennes de la période de référence 1971-2000 (METEO-FRANCE)

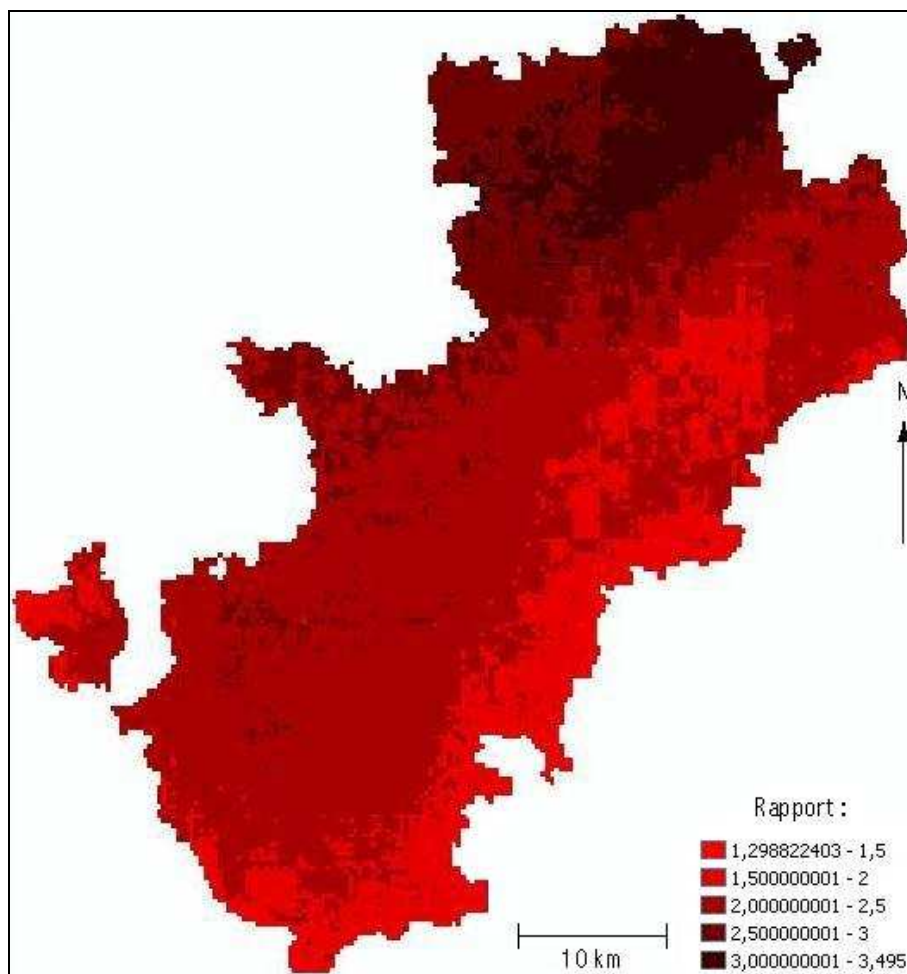


Figure 171 : Rapport entre les températures moyennes de Juillet 2003 à Septembre 2003 et les températures moyennes de la période de référence 1971-2000 (METEO-FRANCE)

Si l'épisode de sécheresse de 2003 fait figure de référence, c'est aussi en raison de températures anormalement élevées, bien au-delà des précédents épisodes. Sur l'ensemble de l'année hydrologique, seuls la Chaîne des Boutières et le Massif du Pilat, soit les secteurs les plus élevés, présentent des températures où l'écart est inférieur à 1°C par rapport à la normale 1971-2000. L'écart était supérieur à 2°C dans toute la Vallée du Gier, et approchait même 3°C près de Rive-de-Gier.

De manière assez surprenante, c'est l'automne 2002 qui représente le plus fidèlement les anomalies de températures de toute la période. Les écarts à la moyenne ont été légèrement moins importants, mais les secteurs les plus élevés ont connu les températures les plus proches de la normale.

L'hiver 2003 a été plus frais que la normale. Le sud des Monts du Lyonnais est le seul secteur où les températures ont été légèrement supérieures aux températures de la période de référence 1971-2000. Les sommets du territoire d'étude ont subi les températures les plus anormalement basses, et l'écart maximum a presque atteint 2,5°C.

Le printemps 2003 a été exceptionnellement chaud. Tous les secteurs ont connu des températures très largement supérieures à la normale. Même les sommets, avec presque 2,5°C d'écart par rapport aux températures de la période de référence 1971-2000, ont connu des températures excessives. Les secteurs les plus bas en altitude ont subi des températures supérieures à 3,5°C par rapport à la normale. Cela s'est traduit par une évapotranspiration massive, conjuguée à une pluviométrie nettement déficitaire, et donc une situation de stress hydrique trop précoce. Les cultures et les forêts se sont retrouvées en grande difficulté. Seule la vigne, mais qui représente très peu d'espace par rapport à tout le territoire (Vallée du Rhône uniquement), put s'accommoder de conditions climatiques exceptionnelles.

En juin, la température moyenne mensuelle était de 24,1°C à Bouthéon, un record depuis 1946, alors que la normale est de 16,7°C. L'ensoleillement est de 300 heures, alors que la normale est de 125.

Moins anormalement chaud que le printemps, l'été 2003 a aussi été une période de températures excessives. La Vallée du Gier, comme à chaque saison de l'année hydrologique, aura été le secteur le plus soumis à une chaleur trop forte. L'écart de température a été le plus faible sur les sommets mais il dépassa néanmoins 1,3°C.

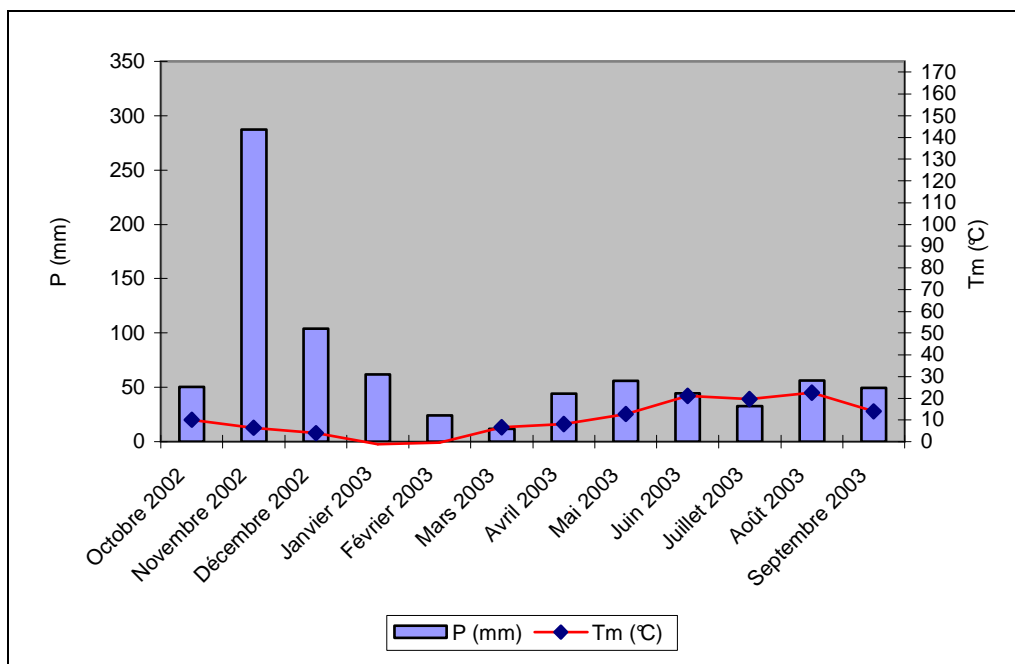


Figure 172 : Diagramme ombrothermique du Bassin versant de la Déôme à Saint-Julien-Molin-Molette pendant l'année hydrologique 2002-2003 (METEO-FRANCE)

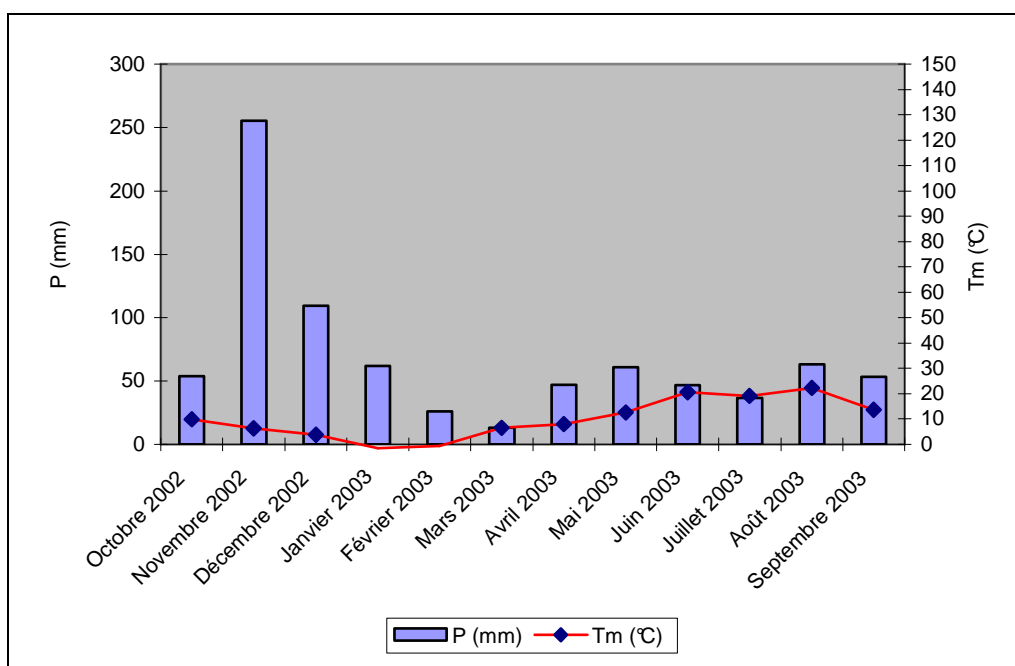


Figure 173 : Diagramme ombrothermique du Bassin versant de la Dunières à Sainte-Sigolène pendant l'année hydrologique 2002-2003 (METEO-FRANCE)

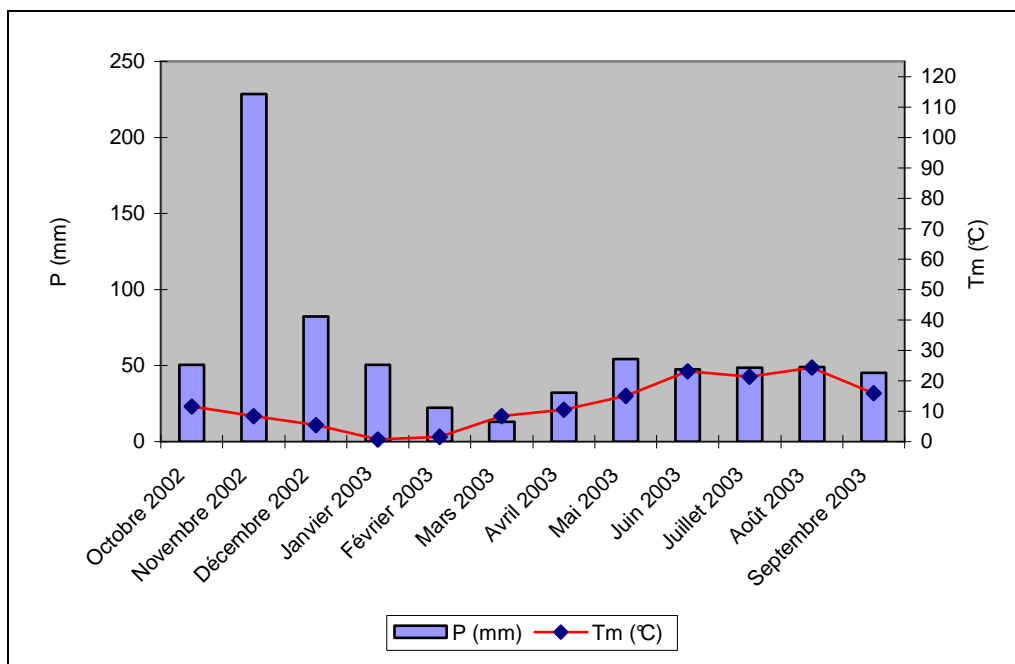


Figure 174 : Diagramme ombrothermique du Bassin versant du Gier à Rive-de-Gier pendant l'année hydrologique 2002-2003 (METEO-FRANCE)

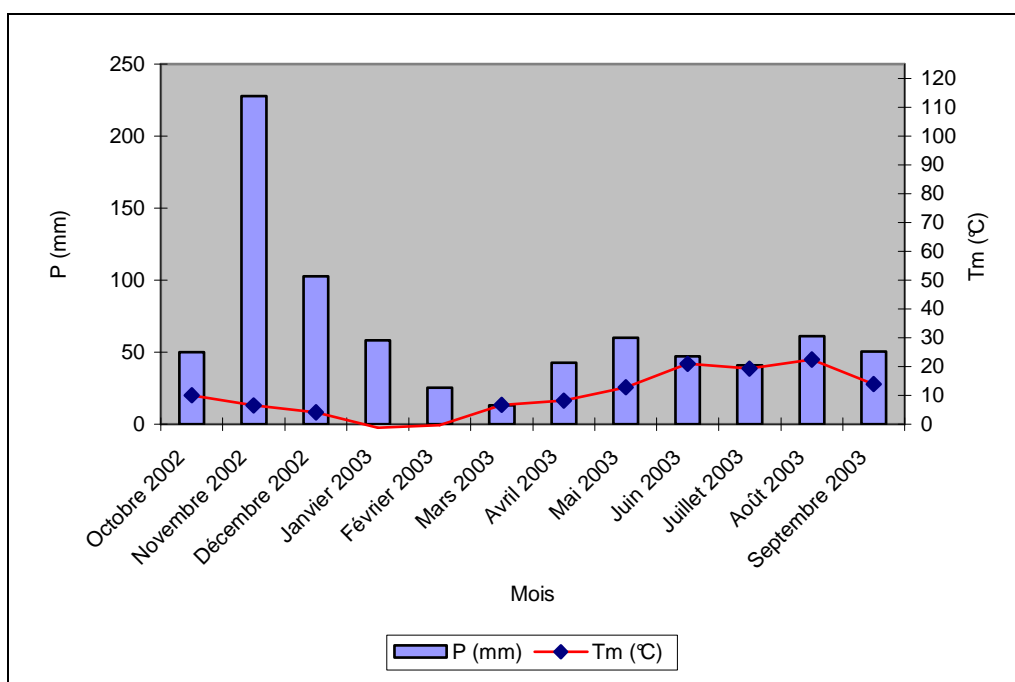


Figure 175 : Diagramme ombrothermique du Bassin versant de la Semène à Saint-Didier-en-Velay pendant l'année hydrologique 2002-2003 (METEO-FRANCE)

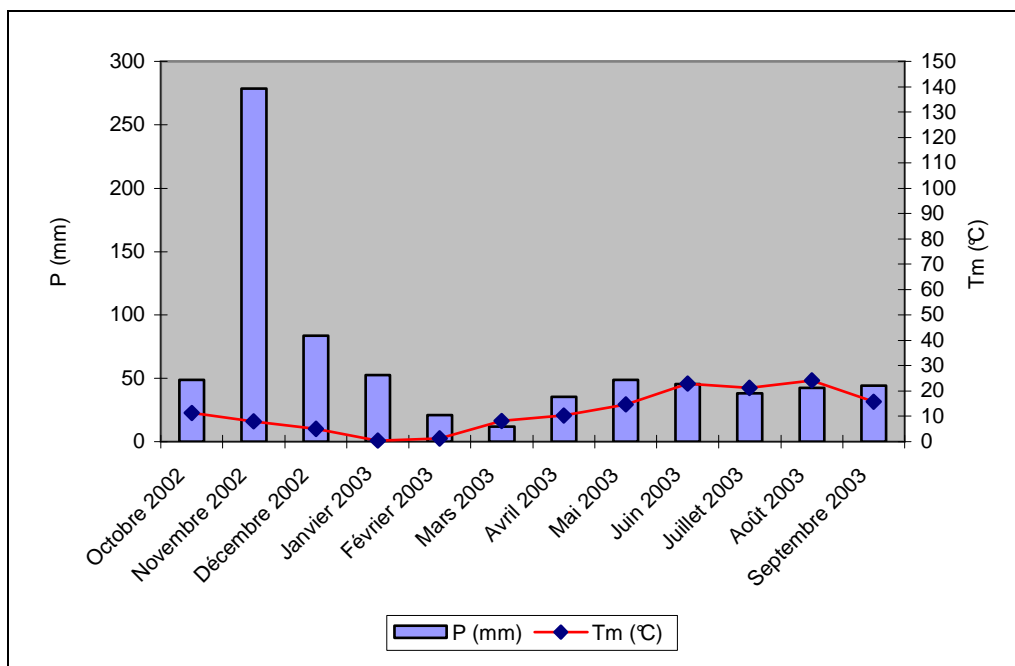


Figure 176 : Diagramme ombrothermique du Bassin versant de la Valencize à Chavanay pendant l'année hydrologique 2002-2003 (METEO-FRANCE)

Si l'on fait référence à l'indice de Gaussen et aux travaux de J.-P. VIGNEAU¹⁹, la sécheresse pédologique s'est manifestée :

- en mars et en juillet 2003 sur le Bassin versant de la Déôme à Saint-Julien-Molin-Molette
- en juillet 2003 sur le Bassin versant de la Dunières à Sainte-Sigolène
- en mars 2003 sur le Bassin versant du Gier à Rive-de-Gier
- en mars, juillet et août sur le Bassin versant de la Valencize à Chavanay

2.2 Une sécheresse hydrologique différente selon les cours d'eau

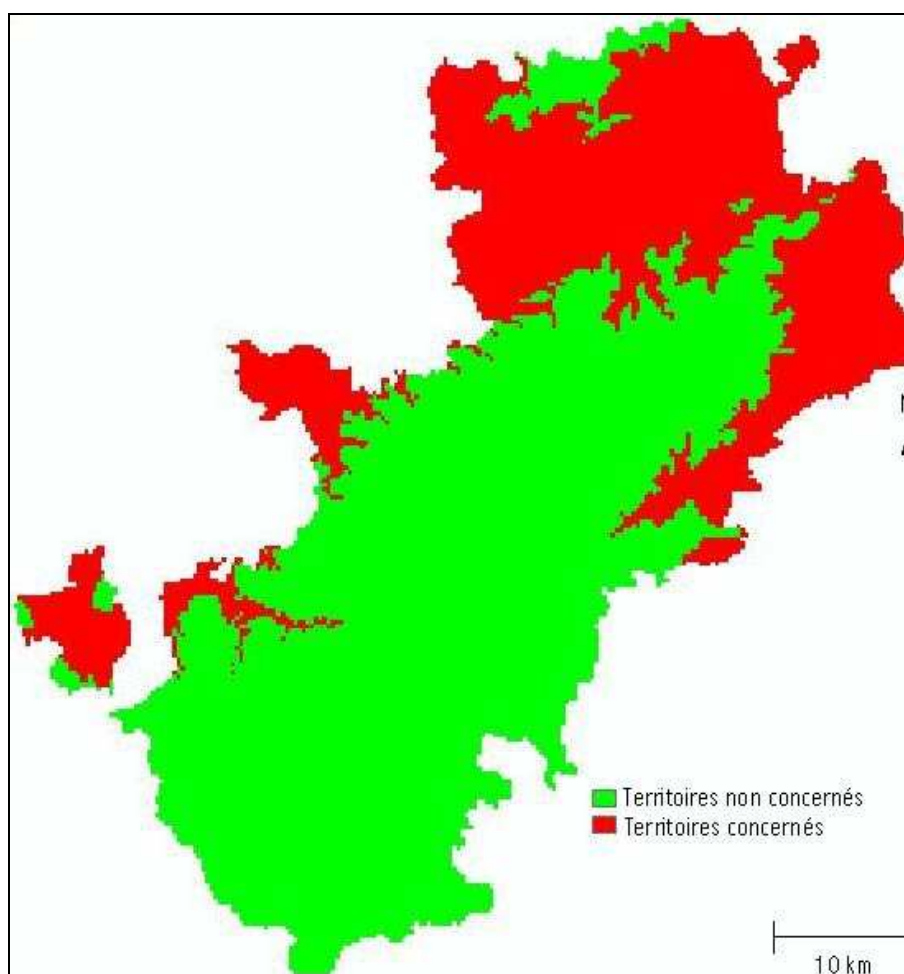


Figure 177 : Les territoires concernés par la sécheresse hydrologique entre avril et juin 2003 (METEO-FRANCE)

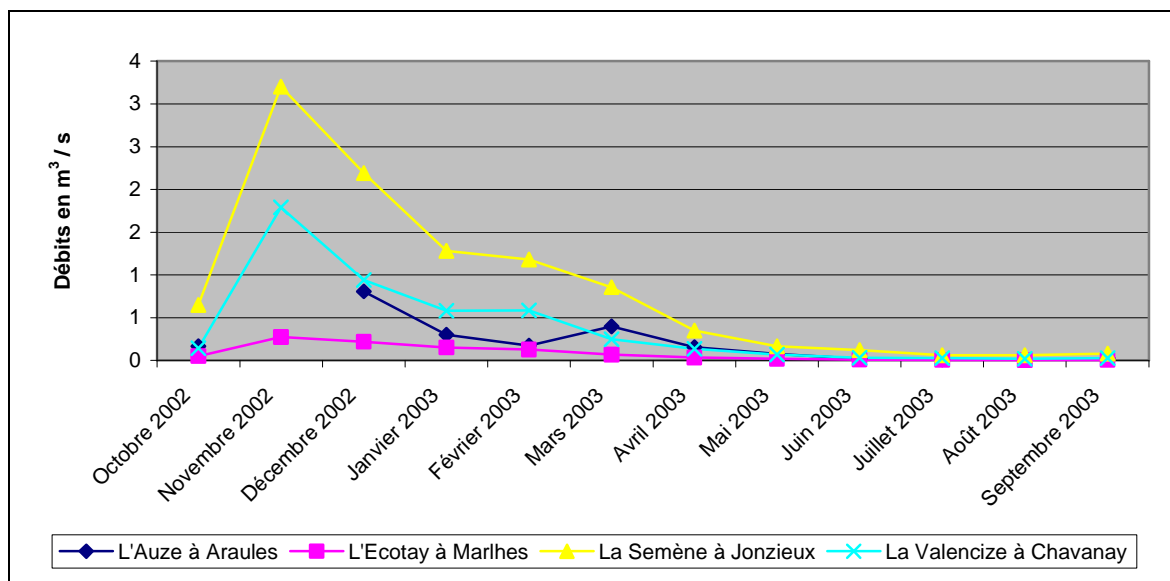


Figure 179 : Débits de l'Auze à Araules, de l'Ecotay à Marlhes, de la Semène à Jonzieux et de la Valencize à Chavanay entre Octobre 2002 et Septembre 2003 (Banque HYDRO)

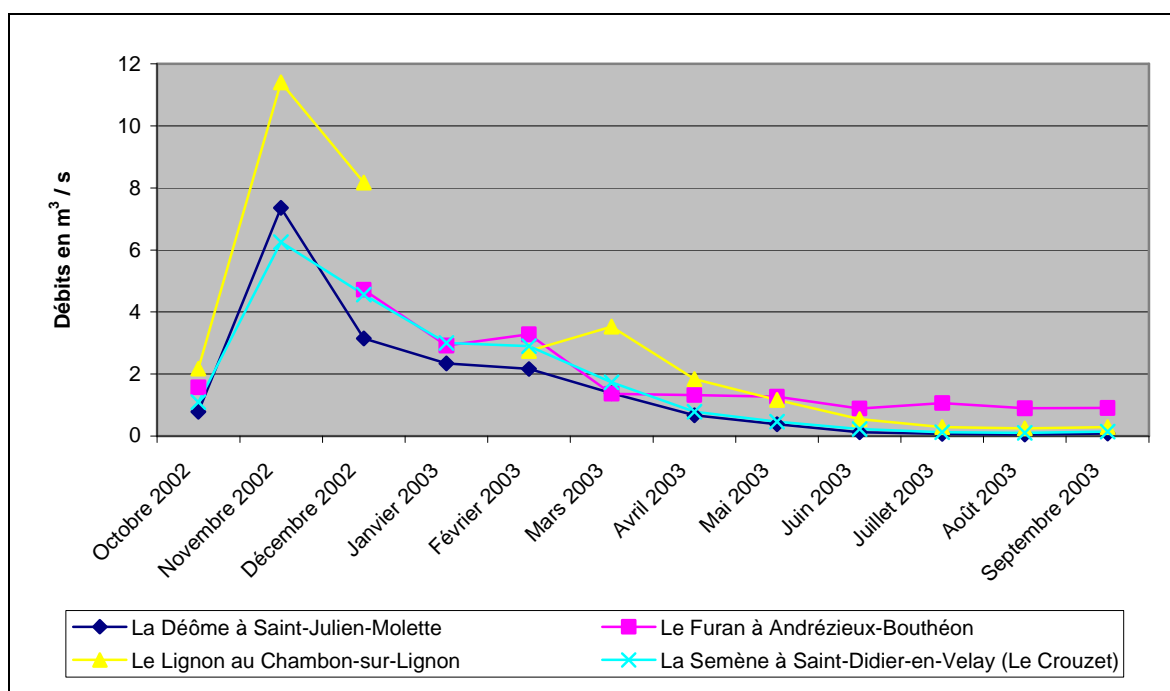


Figure 180 : Débits de la Déôme à Saint-Julien-Molins-Molette, du Furan à Andrézieux-Bouthéon, du Lignon au Chambon-sur-Lignon et de la Semène à Saint-Didier-en-Velay entre Octobre 2002 et Septembre 2003 (Banque HYDRO)

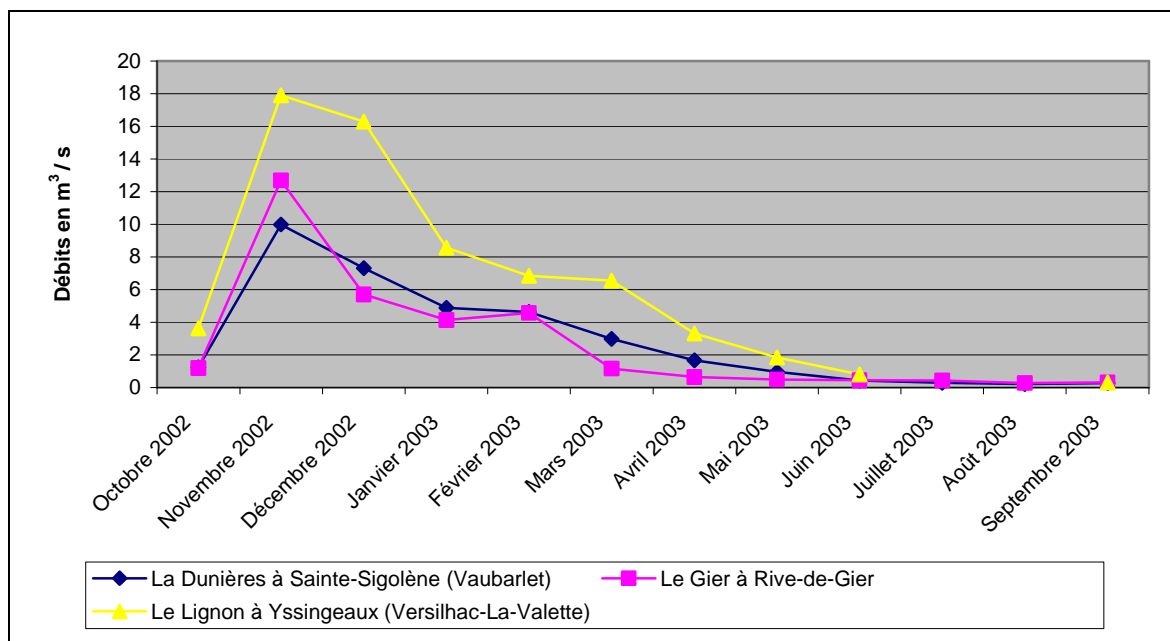


Figure 181 : Débits de la Dunières à Sainte-Sigolène, du Gier à Rive-de-Gier et du Lignon à Yssingaux entre Octobre 2002 et Septembre 2003 (Banque HYDRO)

Quel que soit le cours d'eau, l'évolution des débits est la même : à la baisse entre novembre 2002 et septembre 2003. Il y a eu un palier de janvier à mars sur de nombreux cours d'eau (Déôme, Dunières, Furan, Gier, Lignon), nettement insuffisant pour inverser la tendance : c'est à cette époque que la sécheresse météorologique s'est installée. Elle a conduit à la sécheresse hydrologique.

Code station	Cours d'eau	Station	Mois considéré	VCN3 (m³/s)	Type de régime	Période de retour
V3515010	Déôme	Saint-Julien-Molin-Molette	02/2003	0,632	Humide	>10 ans
			04/2003	0,656	Sèche	3 ans
			06/2003	0,082	Sèche	>10 ans
			07/2003	0,0229	Sèche	>10 ans
			08/2003	0,02	Sèche	>10 ans
K0568310	Ecotay	Marlhes	02/2003	0,08	Humide	3 ans
			04/2003	0,017	Sèche	>10 ans
			06/2003	0,003	Sèche	>10 ans
			07/2003	0,001	Sèche	>10 ans
			08/2003	0	Sèche	>10 ans
V3124010	Gier	Givors	02/2003	1,96	Normale	2 ans
			04/2003	0,599	Sèche	>10 ans
			06/2003	0,15	Sèche	>10 ans (Record)
			07/2003	0,26	Sèche	>10 ans (Record)
			08/2003	0,22	Sèche	>10 ans
V3315010	Valencize	Chavanay	02/2003	0,31	Humide	3 ans
			04/2003	0,096	Sèche	4 ans
			06/2003	0,02	Sèche	>10 ans
			07/2003	0,012	Sèche	>10 ans
			08/2003	0,008	Sèche	5 à 10 ans

Code station	Cours d'eau	Station	Mois considéré	VCN3 (m ³ /s)	Type de régime	Période de retour
V3517010	Ternay	Savas (Ardèche)	02/2003	0,0831	Humide	4 ans
			04/2003	0,0958	Sèche	4 ans
			06/2003	0,0094	Sèche	>10 ans
			07/2003	0,0071	Sèche	>10 ans
			08/2003	0,006	Sèche	>10 ans

Tableau 48 : Débits moyens minimaux sur 3 jours consécutifs (VCN3) mesurés sur 5 stations du département de la Loire pendant la sécheresse de 2003 (Banque HYDRO)

L'état des cours d'eau en 2003. En février, malgré un début de tarissement, les débits restaient soutenus dans le sud des Monts du Lyonnais et le Pilat. Dans le sud-est de la France, 80 % des cours d'eau présentaient des écoulements mensuels inférieurs à la moyenne du mois d'avril, alors qu'ils n'étaient que 36 % pendant le mois de février.

Certains cours d'eau ont atteint en avril un débit proche d'une période de retour supérieure à dix ans. En mai, les cours d'eau du sud des Monts du Lyonnais se sont rapprochés du dixième du module. En juin, les cours d'eau ont atteint un débit proche d'une période de retour supérieure à vingt ans, lorsqu'ils ne sont pas partiellement asséchés. La qualité des eaux du Gier à Givors était mauvaise : la concentration en nitrites dépassait 4 mg / l (classe rouge) et a atteint 2,9 mg / l en nitrates (classe orange).

M. BONNET, de la D.D.A.S.S. du Département de la Loire, effectua un bilan le 19 juin 2003 : *« Le niveau des cours d'eau est dans le rouge [...] puisque la plupart d'entre eux sont au-dessous des 10 % de leur débit mensuel, comme dans le Pilat, côté Rhône, [...] problème bien sûr accentué par l'évaporation due à la chaleur. Ce niveau très bas n'affecte pas encore trop les nappes phréatiques, puisqu'elles étaient bien « chargées », contrairement à l'an dernier. »*

Le 25 juin 2003, la Sialme, affluent du Lignon vellave, ne constituait qu'un seul filet d'eau. Le 26 juin, le niveau de remplissage du Barrage de Bois d'Etat, qui alimente les communes de Firminy, de Fraisses et d'Unieux, était de $\frac{3}{4}$, soit un niveau jamais relevé depuis 1976.

En juillet, les débits des cours d'eau étaient comparables aux étiages exceptionnels de 1949, de 1976 dans l'Ain, la Loire et le Rhône et de 1989 à 1991 dans la Drôme et l'Ardèche. Les cours d'eau ont atteint un débit proche d'une période de retour de cinquante ans. Le 12 juillet, l'Onzon était quasiment à sec sur l'ensemble du linéaire du cours d'eau. M. MATHEVET, Adjoint au Maire de Sorbiers en charge de l'environnement, affirmait d'ailleurs à cette époque : *« Le département est frappé par la sécheresse depuis le mois de juin. Cela n'était pas arrivé depuis 50 ans. L'Onzon est sévèrement frappé par cette*

sécheresse et l'eau n'y coule presque plus. » Ces débits très faibles se sont traduits par une forte dégradation de la qualité des eaux. Le 24 juillet, la largeur de la rivière Ondaine n'était que d'un mètre au Chambon-Feugerolles ; l'Ondenon, à l'amont de La Ricamarie, et l'Echapre était quasiment à sec. Cette situation n'était pas anormale car le débit réservé à l'aval des Barrages de l'Ondenon et de Bois d'Etat n'était que de 1/40^{ème} du module. En août, les débits dans la Loire et dans l'Ardèche étaient inférieurs au 1/40^{ème} du débit moyen interannuel. A la fin du mois, la situation s'est sensiblement améliorée.

Le 21 août, le Ramel, affluent altiligérien de la Loire, était comme la Siaulme en dessous du débit minimal biologique. Le débit du Ruisseau des Brossettes, affluent du Lignon vellave, était très faible. Le Lignon du Velay a été soutenu par les débits réservés restitués aux barrages de Lavalette et de La Chapelette.

Cours d'eau (station)	Module en m ³ / s	Etiage quinquennal (QMNA5) en m ³ / s	Débit moyen mensuel en m ³ / s (juillet)	Débit moyen mensuel / module en %	Débit moyen du 1 au 10/8 en m ³ / s	Débit moyen / module en %
Dunières à Sainte-Sigolène	3,18	0,41	0,28	8,8	0,18	5,7
Gier à Rive-de-Gier	2,67	0,46	0,432	16,2	0,2497	9,4
Lignon au Chambon-sur-Lignon	3,17	0,22	0,19	6	0,07	2,2
Semène à Jonzieux	0,88	0,12	0,059	6,7	0,059	6,7
Semène à Saint-Didier-en-Velay	1,91	0,21	0,13	6,8	0,16	8,3
Ternay à Savas	0,352	0,018	0,013	3,7	0,0097	2,8
Valencize à Chavanay	0,36	0,121	0,029	8,1	0,0151	4,2

Tableau 49 : Valeurs de débit en juillet et en août sur quelques points de mesure (DIREN Auvergne, Banque HYDRO)

Compte tenu des données disponibles, le tableau n°49 page 364 ne peut être complet que pour sept points de mesure sur l'ensemble du territoire d'étude. Entre juillet et début août 2003, la sécheresse a touché tous les milieux sans exception. Le Gier à Rive-de-Gier est le seul cours d'eau qui est resté en juillet au-dessus du dixième du module. La situation s'est même aggravée pendant la première décade du mois d'août. Au total, 1 048 km sur les 2 600 km de cours d'eau que compte le Département de la Loire auront été partiellement ou temporairement asséchés. 438 km de rivières ont été en assec total, 285 en assec partiel, 325 ont connu un étiage important. Le Ban et la Déôme font partie des rivières où la population piscicole a été surveillée à partir de 2004, par l'O.N.E.M.A. et la F.D.P.P.M.A. de la Loire.

Quatrième partie : Des périodes de crise, les périodes de sécheresse

Station et Coef. de débit en m ³ / s	La Déôme à Saint- Julien-Molin-Molette	La Dunières à Sainte- Sigolène (Vaubarlet)	L'Ecotay à Marlhes	Le Furan à Andrézieux-Bouthéon	Le Gier à Rive-de-Gier	Le Lignon au Chambon-sur-Lignon	Le Lignon à Yssingaux (Versilhac- La-Valette)	La Semène à Jonzieux	La Semène à Saint- Didier-en-Velay (Le Crouzet)	La Valencize à Chavanay
Code de la station	V351501 0	K045401 0	K056831 0	K061401 0	V311401 0	K040301 0	K043301 0	K056753 0	K056752 0	V331501 0
Bassin versant (km ²)	109	228	5,2	178	319	139	350	56	134	36
10/02	0,539	0,392	0,532	0,646	0,458	0,691	0,584	0,749	0,571	0,405
11/02	5,076	3,161	2,904		4,885	3,631	2,887	3,695	3,272	5,100
12/02	2,172	2,310	2,319	1,942	2,192	2,605	2,629	2,529	2,387	2,684
01/03	1,614	1,541	1,617	1,202	1,588		1,382	1,478	1,571	1,652
02/03	1,490	1,465	1,362	1,350	1,758	0,876	1,102	1,363	1,518	1,670
03/03	0,952	0,940	0,723	0,560	0,446	1,124	1,056	0,988	0,906	0,701
04/03	0,463	0,525	0,362	0,543	0,245	0,583	0,534	0,404	0,409	0,390
05/03	0,259	0,304	0,191	0,523	0,187	0,369	0,295	0,191	0,241	0,194
06/03	0,082	0,136	0,106	0,366	0,171	0,174	0,128	0,139	0,119	0,085
07/03	0,047	0,090	0,053	0,436	0,167	0,092		0,068	0,065	0,074
08/03	0,034	0,069	0,032	0,366	0,107	0,077		0,068	0,054	0,051
09/03	0,052	0,084	0,053	0,371	0,121	0,090	0,049	0,090	0,072	0,074

Tableau 50 : Coefficients de débits des cours d'eau du territoire d'étude pendant l'année hydrologique 2002-2003 (Banque HYDRO)

Station / Débits en m ³ / s	La Déôme à Saint- Julien- Molin- Molette	La Dunières à Sainte- Sigolène (Vaubarlet)	L'Ecotay à Marlhes	Le Furan à Andrézieux- Bouthéon	Le Gier à Rive-de- Gier	Le Lignon au Chambon- sur- Lignon	Le Lignon à Yssingaux x (Versilhac- -La- Valette)	La Semène à Jonzieux	La Semène à Saint- Didier-en- Velay (Le Crouzet)	La Valencize à Chavanay
Code de la station	V3515010	K0454010	K0568310	K0614010	V3114010	K0403010	K0433010	K0567530	K0567520	V3315010
Bassin versant (km ²)	109	228	5,2	178	319	139	350	56	134	36
10/02	6,508	3,100	5,556	2,415	2,644	9,864	8,044	5,408	5,737	6,455
11/02	61,333	24,975	30,333		28,222	51,818	39,778	26,667	32,895	81,364
12/02	26,250	18,250	24,222	7,262	12,667	37,182	36,222	18,250	24,000	42,818
01/03	19,500	12,175	16,889	4,492	9,178		19,044	10,667	15,789	26,364
02/03	18,000	11,575	14,222	5,046	10,156	12,500	15,178	9,833	15,263	26,636
03/03	11,500	7,425	7,556	2,092	2,578	16,045	14,556	7,133	9,105	11,182
04/03	5,600	4,150	3,778	2,031	1,418	8,318	7,356	2,917	4,111	6,227
05/03	3,125	2,400	2,000	1,954	1,082	5,273	4,067	1,375	2,426	3,091
06/03	0,992	1,078	1,111	1,368	0,987	2,477	1,769	1,000	1,195	1,364
07/03	0,567	0,713	0,556	1,631	0,962	1,309		0,492	0,653	1,182
08/03	0,417	0,545	0,333	1,369	0,616	1,105		0,492	0,542	0,818
09/03	0,633	0,665	0,556	1,388	0,700	1,282	0,673	0,650	0,726	1,182

Tableau 51 : Rapports aux QMNA des débits mensuels des cours d'eau du territoire d'étude pendant l'année hydrologique 2002-2003 (Banque HYDRO)

A l'exception du Furan à Andrézieux-Bouthéon, les coefficients de débits des cours d'eau ont été faibles à partir d'avril 2003, pour être inférieurs au quart du module en juin 2003. Le débit mensuel était inférieur au débit minimum d'étiage entre juin et septembre 2003 sur 6 stations sur 10.

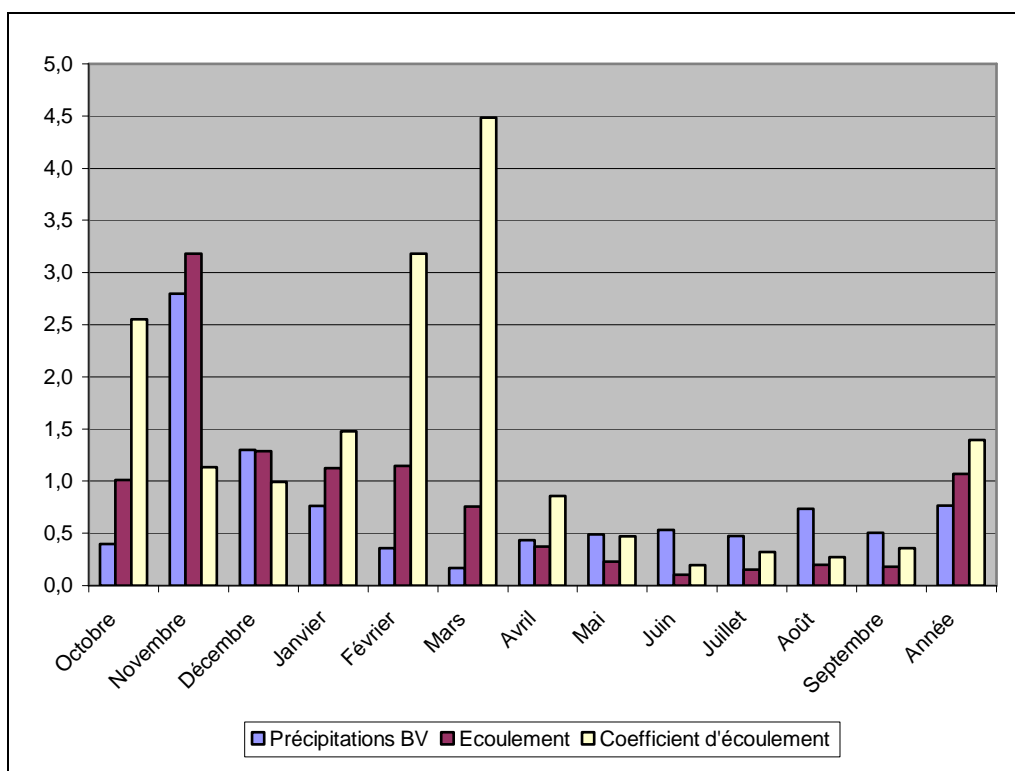


Figure 182 : Rapport à la normale des précipitations, de l'écoulement et du coefficient d'écoulement sur le Bassin versant de la Déôme à Saint-Julien-Molin-Molette pendant l'année hydrologique 2002-2003 (Banque HYDRO, METEO-FRANCE)

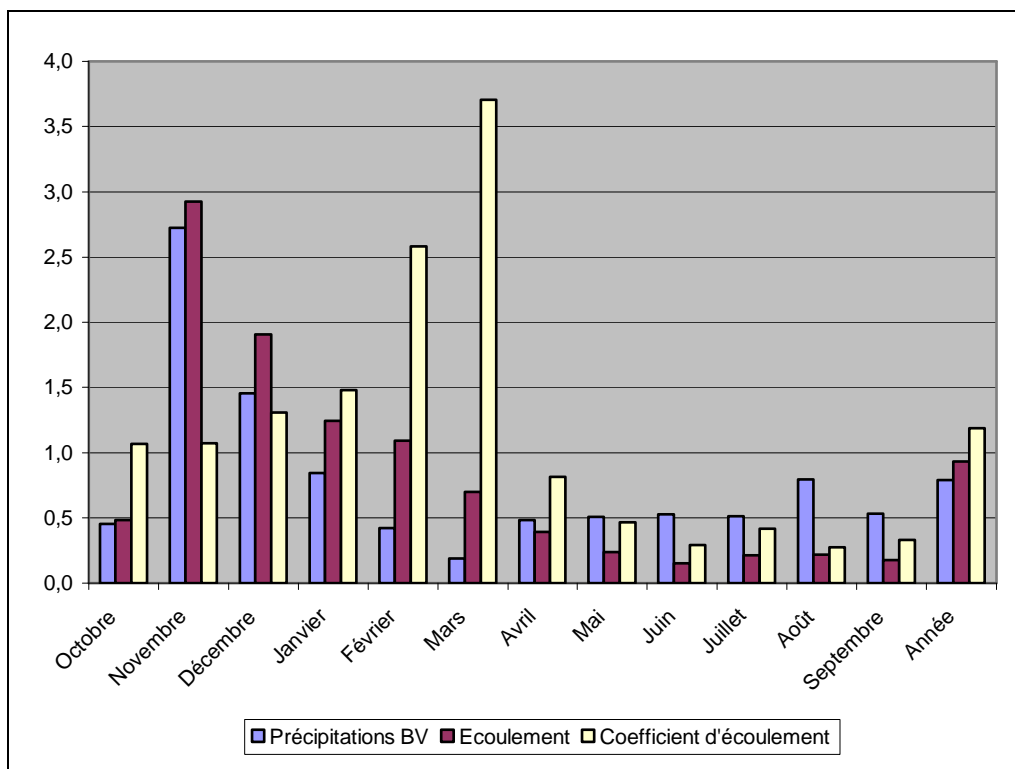


Figure 183 : Rapport à la normale des précipitations, de l'écoulement et du coefficient d'écoulement sur le Bassin versant de la Dunières à Sainte-Sigolène pendant l'année hydrologique 2002-2003 (Banque HYDRO, METEO-FRANCE)

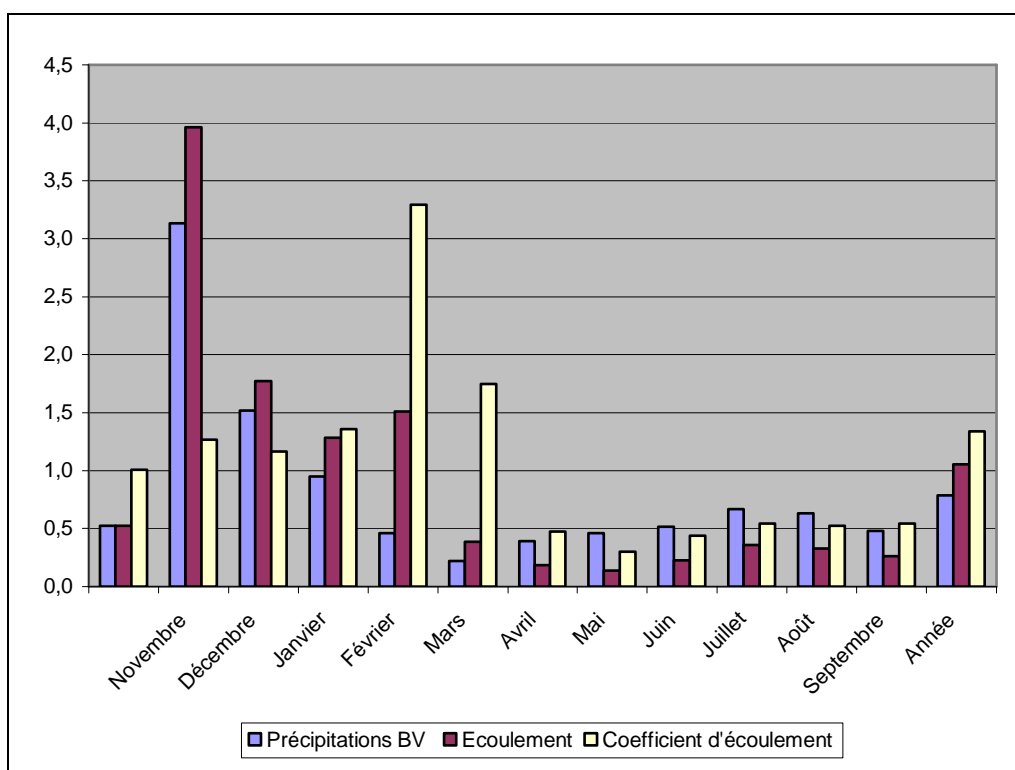


Figure 184 : Rapport à la normale des précipitations, de l'écoulement et du coefficient d'écoulement sur le Bassin versant du Gier à Rive-de-Gier pendant l'année hydrologique 2002-2003 (Banque HYDRO, METEO-FRANCE)

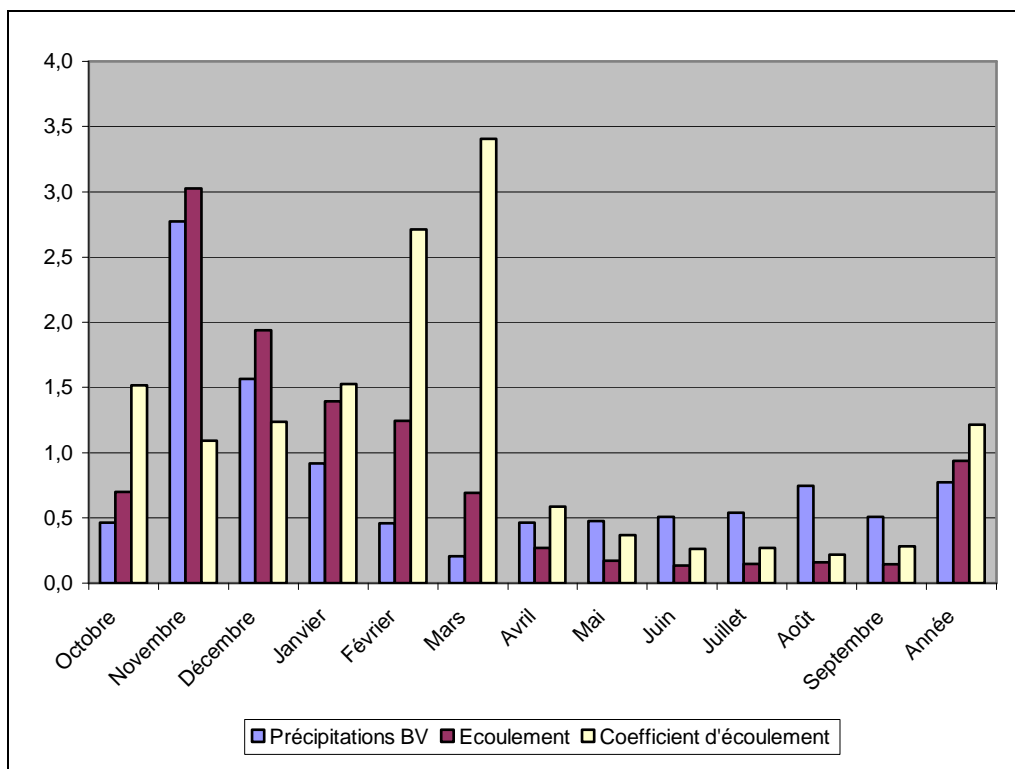


Figure 185 : Rapport à la normale des précipitations, de l'écoulement et du coefficient d'écoulement sur le Bassin versant de la Semène à Saint-Didier-en-Velay pendant l'année hydrologique 2002-2003 (Banque HYDRO, METEO-FRANCE)

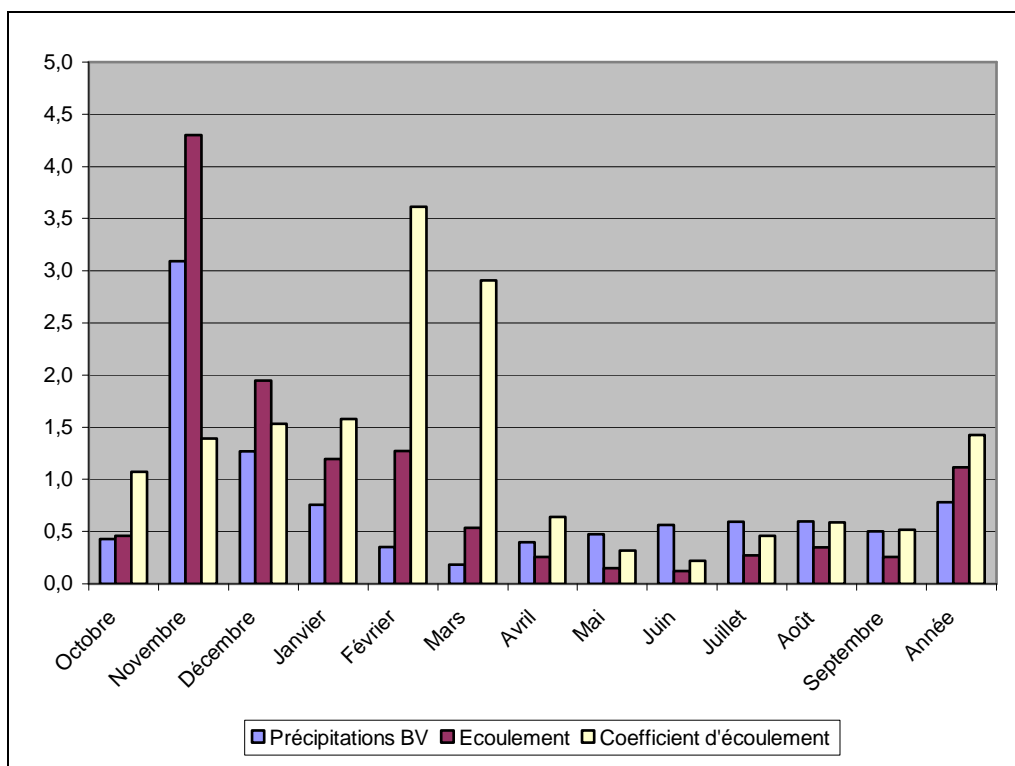


Figure 186 : Rapport à la normale des précipitations, de l'écoulement et du coefficient d'écoulement sur le Bassin versant de la Valencize à Chavanay pendant l'année hydrologique 2002-2003 (Banque HYDRO, METEO-FRANCE)

Sur les Bassins versants de la Déôme à Saint-Julien-Molin-Molette, de la Semène à Saint-Didier-en-Velay et de la Valencize à Chavanay, les précipitations ont été inférieures à la normale à partir de janvier 2003. L'hiver a été très sec. Les précipitations ont ensuite environ atteint 50 % de la normale. L'écoulement a diminué par rapport à la normale en mars. Il a atteint des niveaux critiques pendant le printemps, et n'était pas plus élevé pendant l'été. Les coefficients d'écoulement ont été très élevés pendant l'hiver, par rapport à la période 1971-2000, avant d'être eux aussi très faibles pendant le printemps et l'été. Lorsque les précipitations ont diminué, la diminution de l'écoulement est intervenue deux mois plus tard. La situation sur les bassins versants de la Dunières à Sainte-Sigolène et du Gier à Rive-de-Gier a été fort comparable, même si le déficit de précipitations et d'écoulement a été légèrement moins accusé.

« Lors de l'été 2003, marqué par un étiage sévère sur l'ensemble du secteur :

- L'est a été bien alimenté par les interconnexions côté Rhône*
- Le sud-est par la Ville de Saint-Etienne (retenue de Lavalette) et par les barrages de Piney, de la Rive, de Soulages, du Dorlay, de Couzon, de Bozançon (Bassin versant du Gier)*
- Le Pilat a été le principal secteur critique (versant ouest et sud). » (ASCONIT CONSULTANTS, 2004).*

2.3 Une sécheresse agronomique et la perte des récoltes de tous types

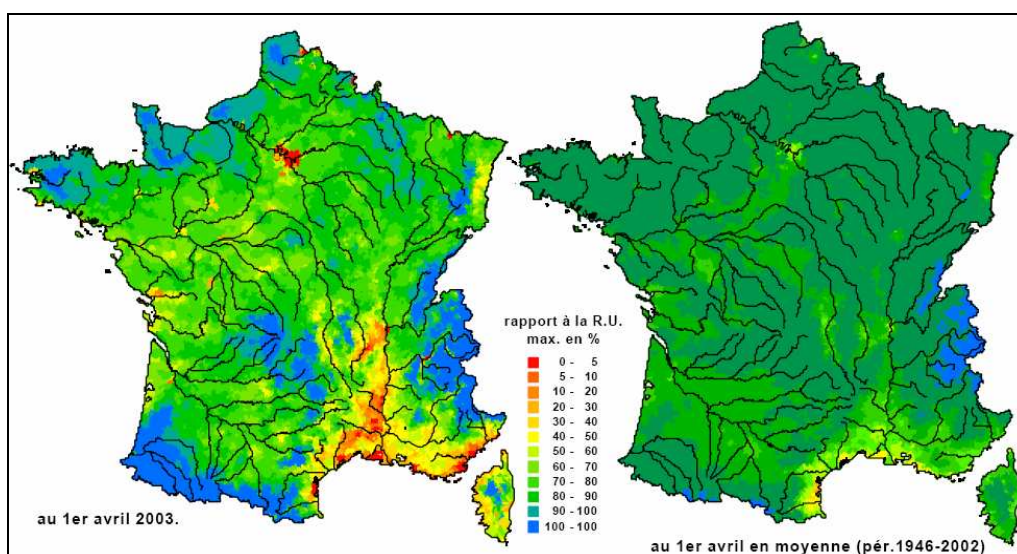


Figure 187 : Situation estimée de la Réserve Utile du sol au 1^{er} avril 2003 (RESEAU NATIONAL DE DONNEES SUR L'EAU)

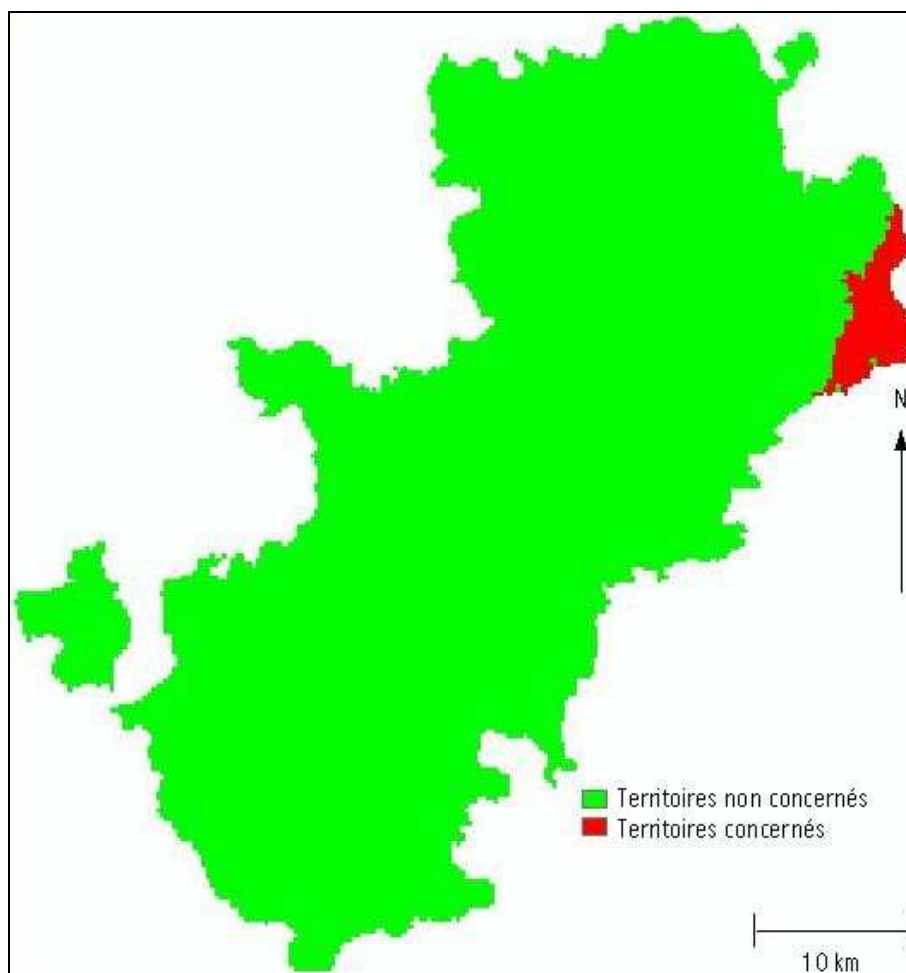


Figure 188 : Les territoires concernés par la sécheresse pédologique entre avril et juin 2003 (METEO-FRANCE)

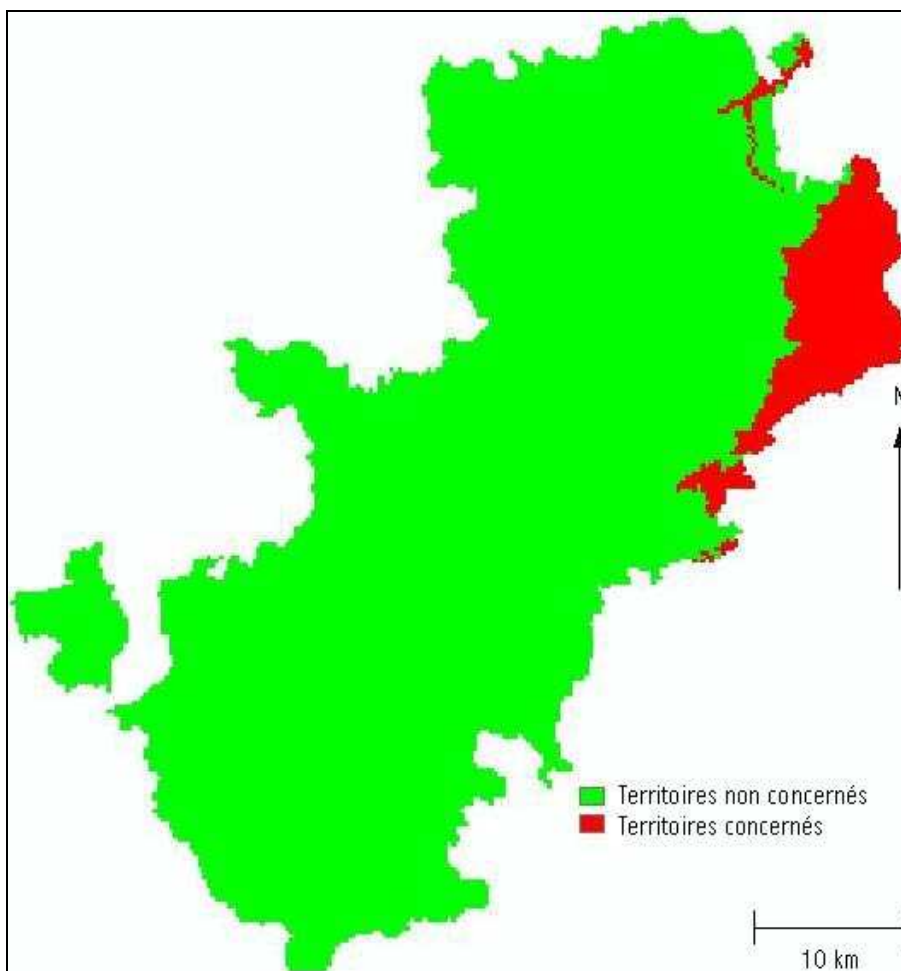


Figure 189 : Les territoires concernés par la sécheresse pédologique entre juillet et septembre 2003 (METEO-FRANCE)

La sécheresse pédologique (sols) ou agronomique (cultures) est le troisième et le dernier stade de la sécheresse. Au cours de la même période, il s'agit de déterminer les lieux où le total des précipitations en mm est inférieur au total des températures en degrés Celsius multiplié par deux (indice de Gaussen). Seule la Vallée du Rhône a été touchée par ce type de sécheresse la plus grave mais dès le printemps. C'est sur le plateau péluissinois que la sécheresse 2003 a donc été ressentie le plus durement, pendant deux saisons. Au cours de l'été, cette situation de déficit important s'est étendue aussi à la basse Vallée du Gier.

Dans le Département de la Loire. Le 31 mai 2003, le Président de la Coopérative des Balcons du Mont Pilat prévoyait une perte de 2 500 tonnes de pommes récoltées pour la saison : « *Cette année, il n'y aura presque pas de récoltes de cerises, pêches, abricots et poires sur notre secteur.* » Les gelées du mois de mars, avec des températures de -7°C sur le Pélussinois, prennent aussi une part prépondérante dans ce déficit.

Le 13 juin 2003, les agriculteurs du canton de Bourg-Argental étaient inquiets : *« Les prés et les champs sont jaunis, l'herbe est rase, la terre est aussi dure que le bois. »*

Le 26 juin 2003, la Commission départementale d'expertise (C.D.E.) a fait le bilan de la situation de l'élevage dans le Département de la Loire. Les stocks herbagers étaient en déficit de 60 à 80 % sur l'ensemble du Département de la Loire. Ce sont surtout les rendements en paille et en céréales qui étaient déficitaires. Le Département de la Loire compte 450 retenues collinaires, dont les réserves étaient quasiment épuisées fin juin 2003. La consommation d'eau par les agriculteurs ligériens pendant les six premiers mois de l'année a été supérieure à la consommation d'eau totale de 2002.

Le 3 juillet 2003, M. BROSSE, Secrétaire général de la F.D.S.E.A. du Département de la Loire, a précisé la situation des éleveurs ligériens : *« le déficit herbager atteint est de 60 à 85 % selon les régions, il y a une absence de stocks suite à la sécheresse de printemps de 2002, les rations hivernales ont déjà été distribuées depuis plusieurs jours, certaines communes ont des problèmes d'abreuvement pour les animaux »*. Les besoins en paille s'élevaient à 40 000 tonnes. M. VIRICEL, Président de la Chambre d'agriculture de la Loire, estimait que les pertes de récoltes de pommes et de poires dans le Département de la Loire s'élevaient entre 50 et 100 % selon les secteurs, entre 60 et 80 % pour les rendements en herbe. Les agriculteurs ont préféré ouvrir les champs de maïs à leurs troupeaux plutôt que de sacrifier définitivement la récolte. Le maïs, transformé en ensilage, permet alors un rendement en lait ou en viande plus important.

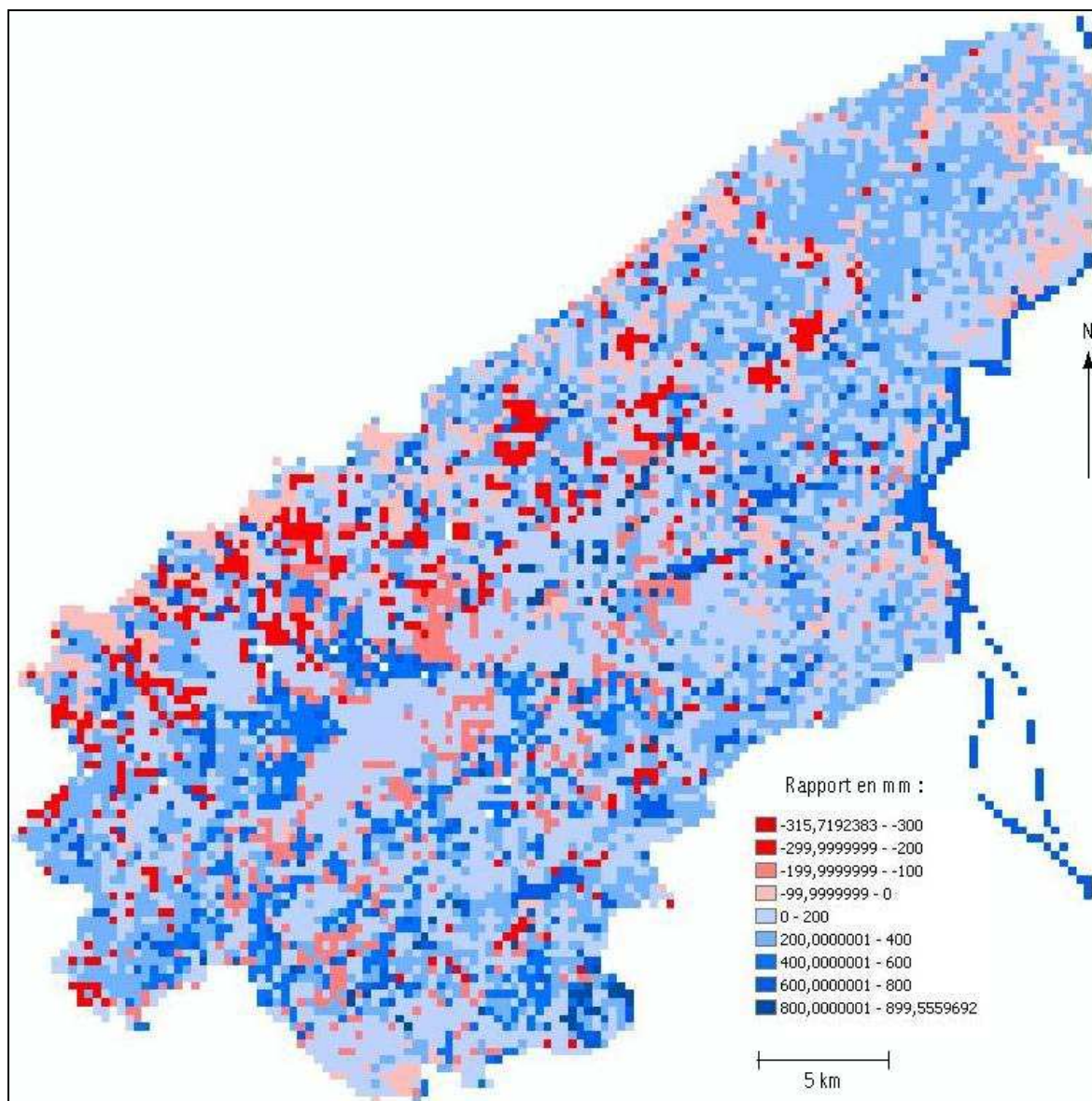


Figure 190 : Rapport entre les précipitations d'octobre 2002 à septembre 2003 et les besoins en eau de la végétation en mm dans le Parc Naturel Régional du Pilat - Département de la Loire (CONSERVATOIRE BOTANIQUE DU MASSIF CENTRAL, METEO-FRANCE)

Au cours de l'année hydrologique 2002-2003, les précipitations n'ont pas pu satisfaire les besoins en eau de la végétation sur le territoire du Parc Naturel Régional du Pilat. Le déficit le plus important a eu lieu sur le versant nord du Massif du Pilat, où il a atteint 315 mm. C'est un déficit important car les moyens d'apports en eau artificiels sont peu importants sur ce secteur assez pentu. Les forêts de feuillus et de conifères ont donc souffert de la sécheresse, ceci d'autant plus que ce bilan ne nous précise pas l'évolution de la situation au cours des différentes saisons de l'année hydrologique. Il s'est par exemple abattu d'importantes précipitations au cours du mois de novembre 2002. Cette pluviométrie importante était soit trop intense, soit trop précoce pour constituer des

réserve en eau suffisantes pour subvenir aux besoins de la végétation pendant l'année hydrologique. A l'exception de certains secteurs isolés de la Vallée de la Déôme, le reste du territoire n'a pas connu de déficit important par rapport aux besoins en eau de la végétation.

Dans le Département de la Haute-Loire. Le 4 août 2003, les besoins en paille du Département de la Haute-Loire s'élevaient à 400 000 tonnes. Les pertes de récoltes en céréales devaient atteindre 15 à 30 % sur l'ensemble du département.

M. CSAKVARY, du Centre Régional de la Propriété Forestière (C.R.P.F.), estima que les résineux ont particulièrement souffert de la sécheresse dans le Département de la Loire, ainsi que les secteurs situés en-dessous de 700 mètres d'altitude. Le Massif du Pilat a moins souffert des hautes températures et du manque d'eau.

Le 22 août 2003, *« La station de « La Collange » sur la commune de Montregard et qui alimente 6 communes de l'Yssingelais en eau potable a dû être ravitaillée. Le déficit en eau était de l'ordre de 250 m³ / jour. [...] La station fournit l'eau potable aux communes de Grazac, Lapte, Montfaucon, Montregard, Raucoules et une partie de Dunières actuellement. [...] L'eau potable, déjà traitée, était prélevée à la station de « La Rouchouse » à Sainte-Sigolène. Une eau qui provient du Barrage de Lavalette. »* (SYNDICAT DES EAUX DE MONTREGARD).

La situation était difficile pour les communes de Pont-Salomon, Saint-Ferréol-d'Auroure, Saint-Just-Malmont, Saint-Romain-Lachalm et Saint-Victor-Malescours. Elles étaient alimentées par le Barrage des Plats, dont le niveau était très faible à cette époque.

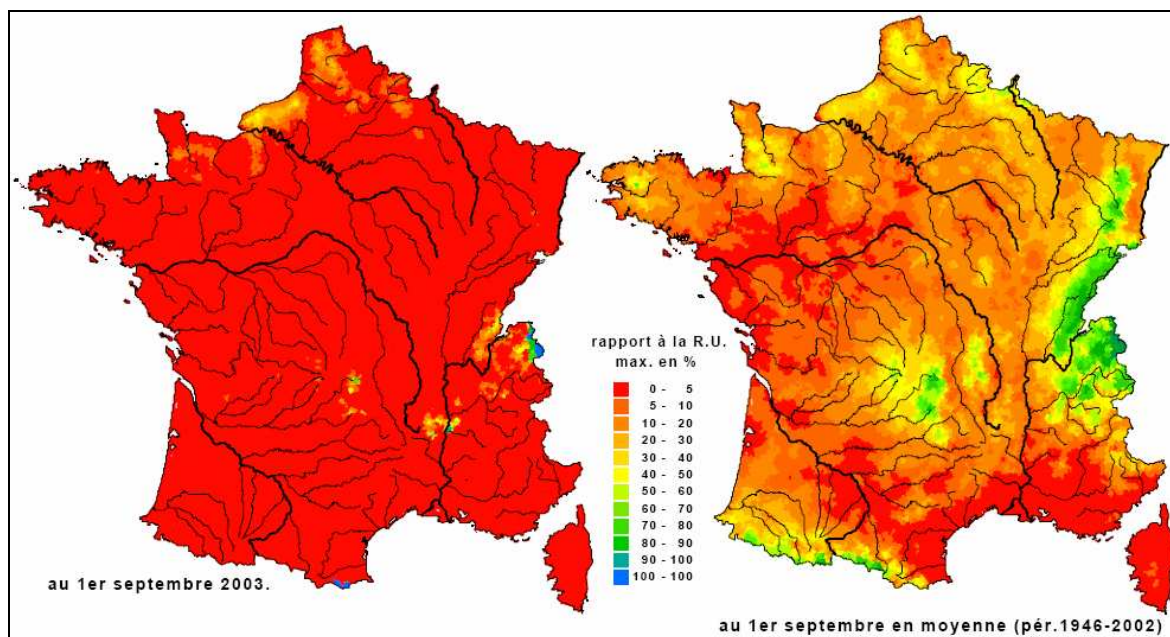


Figure 191 : Situation estimée de la ressource en eau au 1^{er} septembre 2003 (RESEAU NATIONAL DE DONNEES SUR L'EAU)

Le 22 septembre 2003, M. BLANC, Président de la coopérative « Les Balcons du Pilat », estima que la perte des récoltes atteignait entre 30 et 60 %, malgré l'utilisation de l'eau du Rhône et de l'irrigation qu'il qualifia de « *bien maîtrisée* ». 40 % des emplois saisonniers ont été supprimés.

L'association Solidarité Sécheresse Loire 2003 a été fondée par la Chambre d'Agriculture, la F.D.S.E.A. et le C.D.J.A. 30 000 tonnes de pailles ont été demandées par l'association auprès des départements du Nord et de Meurthe-et-Moselle.

Le bilan par bassin versant. Comme pour la dernière période dite « normale », 1971-2000, les bilans hydrique et hydrologique ont été calculés sur les bassins versants de la Déôme, de la Dunières, du Gier, de la Semène et de la Valencize.

Le Bassin versant de la Déôme à Saint-Julien-Molin-Molette.

DEOME 2002-2003		Hiver hydrologique					Eté hydrologique							Total
		O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	
Données de base (mm)	Précipit.	50,7	287,1	104,2	61,9	23,9	12	44,1	56	44,7	32,8	56,2	49,8	823,4
	ETP	39,8	19,6	10,4	0	0	27	37,9	73	131,7	122,7	135	65,2	662,3
	Lame écoulée (Q)	19,2	175	77,3	57,4	48	34	16	9,2	2,8	1,7	1,2	1,8	443,6
Calcul pendant l'hiver (mm)	P-ETP	10,9	267,5	93,8	61,9	23,9								
	Etat de Ru en fin de mois	10,9	50	50	50	50								
	Variation de Rh	-19,2	53,4	16,5	4,5	-24,1								
	Etat de la Rh en fin de mois (= Variations cumulées de Rh)	-19,2	34,2	50,7	55,2	31,1								
Calcul pendant l'été (mm)	Demande vers Ru						15	0	17	87	89,9	78,8	15,4	
	Réponse de Ru						15	0	17	24,2	0	0	0	
	Demande cumulée vers Ru						15	15	32	119	208,9	287,7	303,1	
Valeurs annuelles de Ru, Rh et ETR (mm)	Etat de Ru en fin de mois	10,9	50	50	50	50	35	41,2	24,2	0	0	0	0	
	ETR	39,8	19,6	10,4	0	0	27	37,9	73	68,9	32,8	56,2	49,8	415,4
	Déficit Hydrique									62,8	89,9	78,8	15,4	246,9
	Variation de Rh	-19,2	53,4	16,5	4,5	-24,1	-34	-16	-9,2	-2,8	-1,7	-1,2	-1,8	
	Variations cumulées de Rh = état en fin de mois	-19,2	34,2	50,7	55,2	31,1	-2,9	-18,9	-28,1	-30,9	-32,6	-33,8	-35,6	

Tableau 52 : Bilans hydrique et hydrologique du Bassin versant de la Déôme à Saint-Julien-Molin-Molette (2002-2003) avec l'E.T.P. calculée selon la formule de Thornthwaite (BANQUE HYDRO, METEO-FRANCE)

Quatrième partie : Des périodes de crise, les périodes de sécheresse

Malgré un mois de novembre 2002 fortement excédentaire en matière de pluviométrie, le bilan annuel de l'année hydrologique 2002-2003 est nettement inférieur à la normale (823,4 mm contre 1 073,1 mm en période normale, soit 76,7 % des précipitations). Les précipitations n'ont jamais atteint 60 mm depuis février 2003, entraînant une sécheresse d'abord météorologique. L'évapotranspiration a été supérieure à la normale (662,3 mm contre 515,4 mm en période normale). Le Déficit Climatique est apparu dès le mois de mars, entraînant une certaine pression sur la Réserve Utile. La période estivale a été la plus difficile, concentrant un Déficit Hydrique de 246,9 mm. La sécheresse sur le Bassin versant de la Déôme a donc été causée davantage par des précipitations nettement inférieures à la normale depuis la fin de l'hiver, que par des températures élevées.

L'E.T.R. calculée avec la formule de Turc est de 500,1 mm, une valeur supérieure d'environ 85 mm au résultat donné par la formule de Thornthwaite. Le bilan P (Précipitations) – Q (Ecoulement) affiche 379,8 mm. Il est donc plus proche du résultat fourni par la formule de Thornthwaite (415,4 mm).

Le Bassin versant de la Dunières à Sainte-Sigolène.

DUNIERES 2002-2003		Hiver hydrologique					Été hydrologique							Total
		O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	
Données de base (mm)	Précipit.	53,9	255,4	109,3	61,9	25,9	12,9	47,1	60,9	46,5	36,6	63,1	53,3	826,9
	ETP	40	19,8	10,4	0	0	26,5	37,5	72,9	130	120,9	132,3	64,1	654,4
	Lame écoulee (Q)	14,5	114	85,8	57,2	49,1	34,9	18,8	11,3	4,9	3,4	2,6	3	399,5
Calcul pendant l'hiver (mm)	P-ETP	13,9	235,6	98,9	61,9	25,9								
	Etat de Ru en fin de mois	13,9	50	50	50	50								
	Variation de Rh	-14,5	85,5	13,1	4,7	-23,2								
	Etat de la Rh en fin de mois (= Variations cumulées de Rh)	-14,5	71,0	84,1	88,8	65,6								
Calcul pendant l'été (mm)	Demande vers Ru						13,6	0	8	83,5	84,3	69,2	10,8	
	Réponse de Ru						14	0	8	38	0	0	0	
	Demande cumulée vers Ru						13,6	13,6	21,6	105	189,4	258,6	269,4	
Valeurs annuelles de Ru, Rh et ETR (mm)	Etat de Ru en fin de mois	13,9	50	50	50	50	36,4	46,0	38,0	0	0	0	0	
	ETR	40	19,8	10,4	0	0	26,5	37,5	68,9	84,5	36,6	63,1	53,3	441
	Déficit Hydrique									45,5	84,3	69,2	10,8	209,8
	Variation de Rh	-14,5	85,5	13,1	4,7	-23,2	-34,9	-18,8	-11,3	-4,9	-3,4	-2,6	-3,0	
	Variations cumulées de Rh = état en fin de mois	-14,5	71,0	84,1	88,8	65,6	30,7	11,9	0,6	-4,3	-7,7	-10,3	-13,3	

Tableau 53 : Bilans hydrique et hydrologique du Bassin versant de la Dunières à Sainte-Sigolène (2002-2003) avec l'E.T.P. calculée selon la formule de Thornthwaite (BANQUE HYDRO, METEO-FRANCE)

Avec 826,9 mm de précipitations, le Bassin versant de la Dunières a récolté moins d'eau que la normale au cours de l'année hydrologique 2002-2003 (1049,9 mm en moyenne pendant la période 1971-2000, soit 78,8 % de la normale). Si le total de précipitations est encore relativement important pour un bassin versant de moyenne montagne, c'est que l'automne 2002 a été particulièrement arrosé (364,7 mm pendant les mois de novembre-décembre). La sécheresse météorologique s'est installée dès le mois de

février, voire même dès le mois de janvier. L'évapotranspiration potentielle a été dans l'ensemble supérieure à la normale (654,4 mm contre 502,8 mm). Le Déficit Climatique est apparu dès mars, mais la réserve n'a été affectée qu'en juin car l'évapotranspiration n'a pas été trop importante pendant le printemps. Le Déficit Hydrique, constitué pendant la période estivale, a atteint 209,8 mm. Il est légèrement inférieur au Déficit Hydrique enregistré sur le Bassin versant de la Déôme mais là aussi la sécheresse hydrique s'est produite plus en raison du manque d'eau que par des températures élevées.

L'E.T.R. calculée avec la formule de Turc est de 495,8 mm, une valeur supérieure d'environ 25 mm au résultat donné par la formule de Thornthwaite. Le bilan P (Précipitations) – Q (Ecoulement) affiche 427,4 mm. Le bilan est plus proche du résultat donné par la formule de Thornthwaite (441 mm).

Le Bassin versant de l'Ecotay au C.P.I.E. de Marlhès.

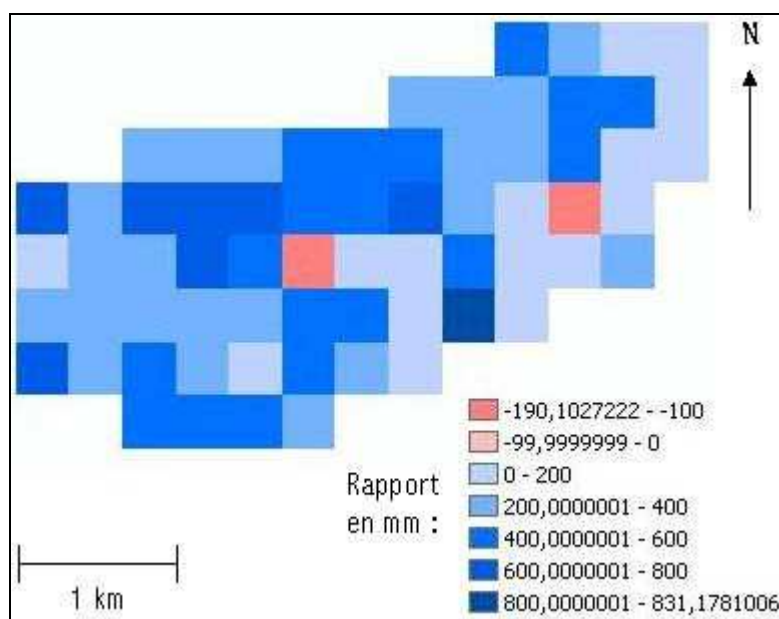


Figure 192 : Rapport entre les précipitations d'octobre 2002 à septembre 2003 et les besoins en eau de la végétation en mm dans le Bassin versant de l'Ecotay au C.P.I.E. de Marlhès (CONSERVATOIRE BOTANIQUE DU MASSIF CENTRAL, METEO-FRANCE)

Sur l'ensemble de l'année hydrologique, les besoins en eau de la végétation ont été satisfaits sur le Bassin versant de l'Ecotay. Seuls quelques rares secteurs du bassin versant ont connu un déficit pouvant s'élever à 190 mm. Compte tenu des nombreux traitements informatiques effectués pour arriver à un tel résultat, l'interprétation est parfois difficile.

Le Bassin versant du Furan au Bessat (amont du Barrage du Pas de Riot).

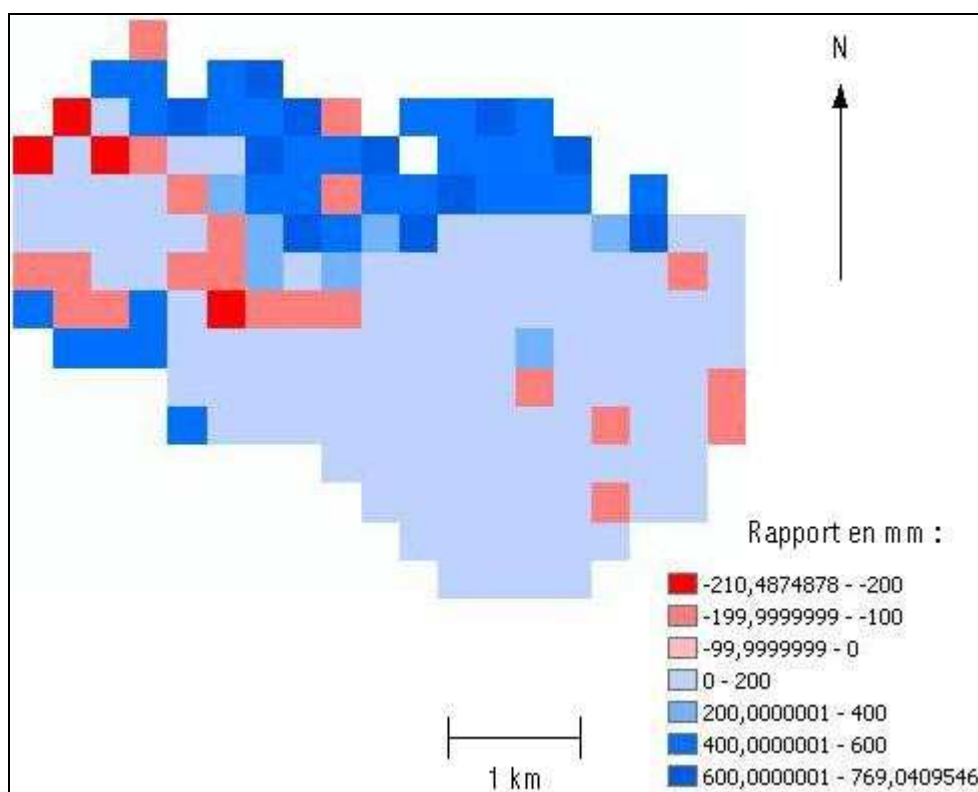


Figure 193 : Rapport entre les précipitations d’octobre 2002 à septembre 2003 et les besoins en eau de la végétation en mm sur le Bassin versant du Furan au Bessat (CONSERVATOIRE BOTANIQUE DU MASSIF CENTRAL, METEO-FRANCE)

Sur le Bassin versant du Furan, la situation a été contrastée. Le bilan entre les précipitations d’octobre 2002 à septembre 2003 et les besoins en eau de la végétation est largement positif sur la ligne de crête, au nord, sur le secteur du Grand Bois en rive gauche du Furan. A proximité du Barrage du Pas de Riot, le déficit a atteint par endroit 200 mm. L’eau du réservoir ne peut être réutilisée pour subvenir aux besoins de la végétation au cœur du bassin versant.

Le Bassin versant du Gier à Rive-de-Gier.

GIER 2002-2003		Hiver hydrologique					Eté hydrologique							Total
		O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	
Données de base (mm)	Précipit.	50,5	228,8	82,5	50,4	22,5	13,1	32,2	54,3	47,5	48,9	49,1	45,1	724,9
	ETP	41,5	23	12,1	0,9	2,4	30,1	44,2	80,6	145,3	133,3	144,9	70,8	729,1
	Lame écoulee (Q)	10	103	47,8	34,7	34,7	9,7	5,2	4,1	3,6	3,6	2,3	2,6	261,3
Calcul pendant l'hiver (mm)	P-ETP	9	205,8	70,4	49,5	20,1								
	Etat de Ru en fin de mois	15,2	50	50	50	50								
	Variation de Rh	-16,2	68	22,6	14,8	-14,6								
	Etat de la Rh en fin de mois (= Variations cumulées de Rh)	-16,2	51,8	74,4	89,2	74,6								
Calcul pendant l'été (mm)	Demande vers Ru						17	12	26,3	97,8	84,4	95,8	25,7	
	Réponse de Ru						17	12	21	0	0	0	0	
	Demande cumulée vers Ru						17	29	55,3	153,1	237,5	333,3	359	
Valeurs annuelles de Ru, Rh et ETR (mm)	Etat de Ru en fin de mois	15,2	50	50	50	50	33	21	0	0	0	0	0	
	ETR	41,5	23	12,1	0,9	2,4	30,1	44,2	75,3	47,5	48,9	49,1	45,1	420,1
	Déficit Hydrique								5,3	97,8	84,4	95,8	25,7	309
	Variation de Rh	-16,2	68	22,6	14,8	-14,6	-9,7	-5,2	-4,1	-3,6	-3,6	-2,3	-2,6	
	Variations cumulées de Rh = état en fin de mois	-16,2	51,8	74,4	89,2	74,6	64,9	59,7	55,6	52	48,4	46,1	43,5	

Tableau 54 : Bilans hydrique et hydrologique du Bassin versant du Gier à Rive-de-Gier (2002-2003) avec l'E.T.P. calculée selon la formule de Thornthwaite (BANQUE HYDRO, METEO-FRANCE)

Le Bassin versant du Gier a recueilli en moyenne 724,9 mm de précipitations au cours de l'année hydrologique 2002-2003. C'est 200 mm de moins qu'au cours de la période normale (923,4 mm, soit 78,5 % du total précipité pendant la période 1971-2000). Ce déficit pluviométrique est comparable aux autres bassins versants retenus pour cette étude. L'évapotranspiration potentielle a été supérieure à la normale, avec 729,1 mm contre 544,6 mm pour la période normale. Toute l'eau recueillie a été évapotranspirée. Si l'on considère une Réserve Utile potentielle à 50 mm sur tout le bassin versant, ce qui est

faible, la sécheresse météorologique s'est produite dès mars 2003, et la sécheresse pédologique s'est installée dès mai 2003. Avec un Déficit Hydrique de 309,7 mm, concentré sur la fin du printemps et les deux premiers mois de l'été, l'année hydrologique a été difficile dans le Bassin versant du Gier. Juin a été particulièrement exigeant avec une évapotranspiration potentielle de 145,3 mm, contre 79,5 mm en période normale. La sécheresse de 2003 sur le Bassin versant du Gier a donc été causée par une pluviométrie clairement déficitaire et des températures élevées.

L'E.T.R. calculée avec la formule de Turc est de 514,4 mm, une valeur supérieure de près de 100 mm au résultat donné par la formule de Thornthwaite. Le bilan P (Précipitations) – Q (Ecoulement) affiche 463,6 mm. Le bilan est compris entre les deux valeurs d'évapotranspiration données par les formules de Turc et de Thornthwaite.

Le Bassin versant du Ruisseau des Préaux à Bourg-Argental.

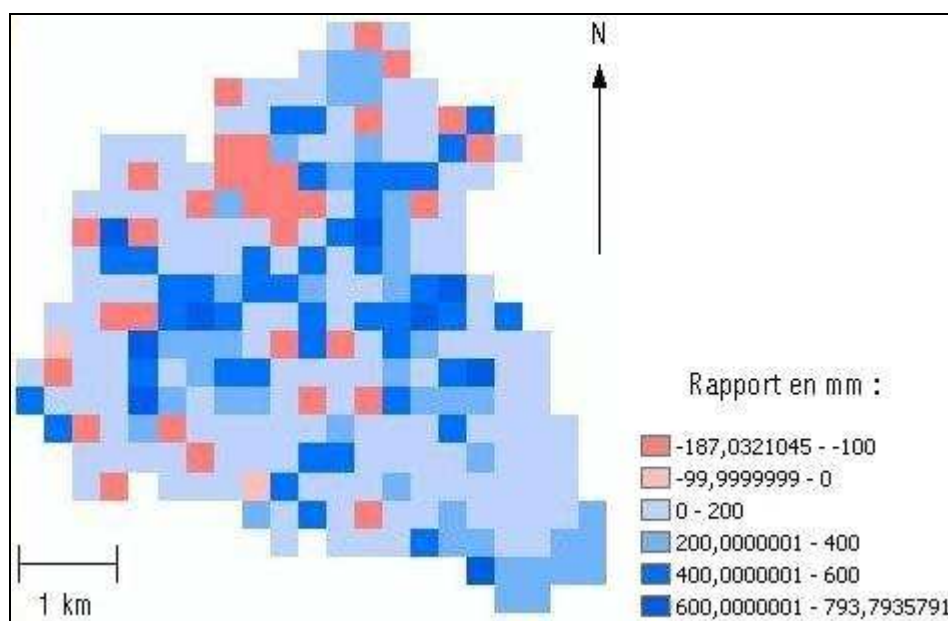


Figure 194 : Rapport entre les précipitations d'octobre 2002 à septembre 2003 et les besoins en eau de la végétation en mm dans le Bassin versant du Ruisseau des Préaux à Bourg-Argental (CONSERVATOIRE BOTANIQUE DU MASSIF CENTRAL, METEO-FRANCE)

Le Bassin versant de la Semène à Saint-Didier-en-Velay (Le Crouzet).

SEMENE 2002-2003		Hiver hydrologique					Eté hydrologique							Total
		O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	
Données de base (mm)	Précipit.	50,1	227,8	102,7	58,1	25,1	13,1	42,7	59,8	46,9	40,6	61,2	50,4	778,5
	ETP	40	20,5	10,8	0	0	27	38	73,5	131,8	121,1	133,4	64,7	660,8
	Lame écoulée (Q)	21,7	121	91,1	60	52,3	34,6	15,1	9,2	4,4	2,5	2,1	2,7	416,7
Calcul pendant l'hiver (mm)	P-ETP	10,1	207,3	91,9	58,1	25,1								
	Etat de Ru en fin de mois	10,1	50	50	50	50								
	Variation de Rh	-21,7	46,4	0,8	-1,9	-27,2								
	Etat de la Rh en fin de mois (= Variations cumulées de Rh)	-21,7	24,7	25,5	23,6	-3,6								
Calcul pendant l'été (mm)	Demande vers Ru						13,9	0	13,7	84,9	80,5	72,2	14,3	
	Réponse de Ru						13,9	-4,7	13,7	27,1	0	0	0	
	Demande cumulée vers Ru						13,9	13,9	27,6	112,5	193	265,2	279,5	
Valeurs annuelles de Ru, Rh et ETR (mm)	Etat de Ru en fin de mois	10,1	50	50	50	50	36,1	40,8	27,1	0	0	0	0	
	ETR	40	20,5	10,8	0	0	27	38	73,5	74	40,6	61,2	50,4	436
	Déficit Hydrique									57,8	80,5	72,2		210,5
	Variation de Rh	-21,7	46,4	0,8	-1,9	-27,2	-34,6	-15,1	-9,2	-4,4	-2,5	-2,1	-2,7	
	Variations cumulées de Rh = état en fin de mois	-21,7	24,7	25,5	23,6	-3,6	-38,2	-53,3	-62,5	-66,9	-69,4	-71,5	-74,2	

Tableau 55 : Bilans hydrique et hydrologique du Bassin versant de la Semène à Saint-Didier-en-Velay (2002-2003) avec l'E.T.P. calculée selon la formule de Thornthwaite (BANQUE HYDRO, METEO-FRANCE)

Le total de précipitations reçues dans le Bassin versant de la Semène pendant l'année hydrologique 2002-2003 est déficitaire par rapport à la normale (778,5 mm contre 1 006,9 mm, soit 77,3 % de la normale). L'évapotranspiration potentielle a été supérieure à la normale (660,8 mm contre 502,3 mm). Le mois de novembre 2002 a été largement excédentaire en apport en eau (227,8 mm en 2002 contre 82,1 mm pour la normale 1971-2000). Le Déficit Hydrique s'est produit en mars et la Réserve Utile était encore utilisée jusqu'au mois de juin, où le Déficit Hydrique est apparu. Le déficit s'est constitué comme

pour les autres bassins versants pendant la période estivale mais la situation est moins grave que pour le Bassin versant du Gier, qui a été plus touché par la sécheresse. Le Bassin versant de la Semène présente un bilan comparable au Bassin versant de la Dunières. Les caractéristiques topographiques et hydrologiques des deux bassins sont comparables, même si les pentes du haut Bassin versant de la Dunières sont légèrement plus élevées.

L'E.T.R. calculée avec la formule de Turc est de 490,1 mm, une valeur supérieure d'environ 50 mm au résultat donné par la formule de Thornthwaite. Le bilan P (Précipitations) – Q (Ecoulement) affiche 361,8 mm. Le bilan est donc plus proche du résultat obtenu par la formule de Thornthwaite (436 mm).

Le Bassin versant de la Valencize à Chavanay.

VALENCIZE 2002-2003		Hiver hydrologique					Eté hydrologique							Total
		O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	
Données de base (mm)	Précipit.	49	278,5	83,6	52,7	21	11,7	35,4	49	45,3	38,4	49,1	44,2	757,9
	ETP	41,3	22	11,6	0,6	1,9	29,4	43,4	80,1	143,2	132,2	144,4	70,3	720,4
	Lame écoulée (Q)	10,6	129	70,1	43,1	39,4	18,3	9,9	5,1	2,1	1,9	1,4	1,8	332,7
Calcul pendant l'hiver (mm)	P-ETP	7,7	256,5	72	52,1	19,1								
	Etat de Ru en fin de mois	13,9	40	40	40	40								
	Variation de Rh	-16,8	101,4	1,9	9	-20,3								
	Etat de la Rh en fin de mois (= Variations cumulées de Rh)	-16,8	84,6	86,5	95,5	75,2								
Calcul pendant l'été (mm)	Demande vers Ru						17,7	8	31,1	97,9	93,8	95,3	26,1	
	Réponse de Ru						17,7	8	24,3	0	0	0	0	
	Demande cumulée vers Ru						17,7	25,7	56,8	154,7	248,5	343,8	369,9	
Valeurs annuelles de Ru, Rh et ETR (mm)	Etat de Ru en fin de mois	13,9	40	40	40	40	22,3	14,3	0	0	0	0	0	
	ETR	41,3	22	11,6	0,6	1,9	29,4	43,4	63,3	45,3	38,4	49,1	44,2	390,5
	Déficit Hydrique								16,8	97,9	93,8	95,3	26,1	329,9
	Variation de Rh	-16,8	101,4	1,9	9	-20,3	-18,3	-9,9	-5,1	-2,1	-1,9	-1,4	-1,8	
	Variations cumulées de Rh = état en fin de mois	-16,8	84,6	86,5	95,5	75,2	56,9	47	41,9	39,8	37,9	36,5	34,7	

Tableau 56 : Bilans hydrique et hydrologique du Bassin versant de la Valencize à Chavanay (2002-2003) avec l'E.T.P. calculée selon la formule de Thornthwaite (BANQUE HYDRO, METEO-FRANCE)

Le Bassin versant de la Valencize présente des caractéristiques comparables au Bassin versant du Gier. Doit-on y voir les influences de la continentalité, une influence du climat méditerranéen, ou des altitudes moyennes globalement plus faibles que les bassins versants situés sur le bassin de la Loire ? Au cours de l'année hydrologique 2002-2003, les précipitations ont été faibles (757,9 mm contre 959,7 mm pour la période normale 1971-2000, soit 79 % du total). Le mois de novembre a été très excédentaire, avec 278,5 mm

reçus en 2002 contre 90 mm pendant la période 1971-2000. L'évapotranspiration potentielle a été plus élevée que d'habitude (720,4 mm contre 556,2 mm en période dite « normale »). Le Déficit Climatique a débuté en mars et le Déficit Hydrique a été entamé en mai (16,8 mm). Il a été particulièrement aggravé de juin à août. La sécheresse de 2003 a donc été particulièrement sévère sur le plateau pélussinois. Le Déficit Hydrique cumulé a atteint 319,9 mm. Le Bassin versant de la Valencize a donc été le bassin versant le plus affecté des cinq bassins versants étudiés.

L'E.T.R. calculée avec la formule de Turc est de 519,8 mm, une valeur supérieure de près de 120 mm au résultat donné par la formule de Thornthwaite. Le bilan P (Précipitations) – Q (Ecoulement) affiche 425,2 mm. Le bilan est plus proche du résultat donné par la formule de Thornthwaite.

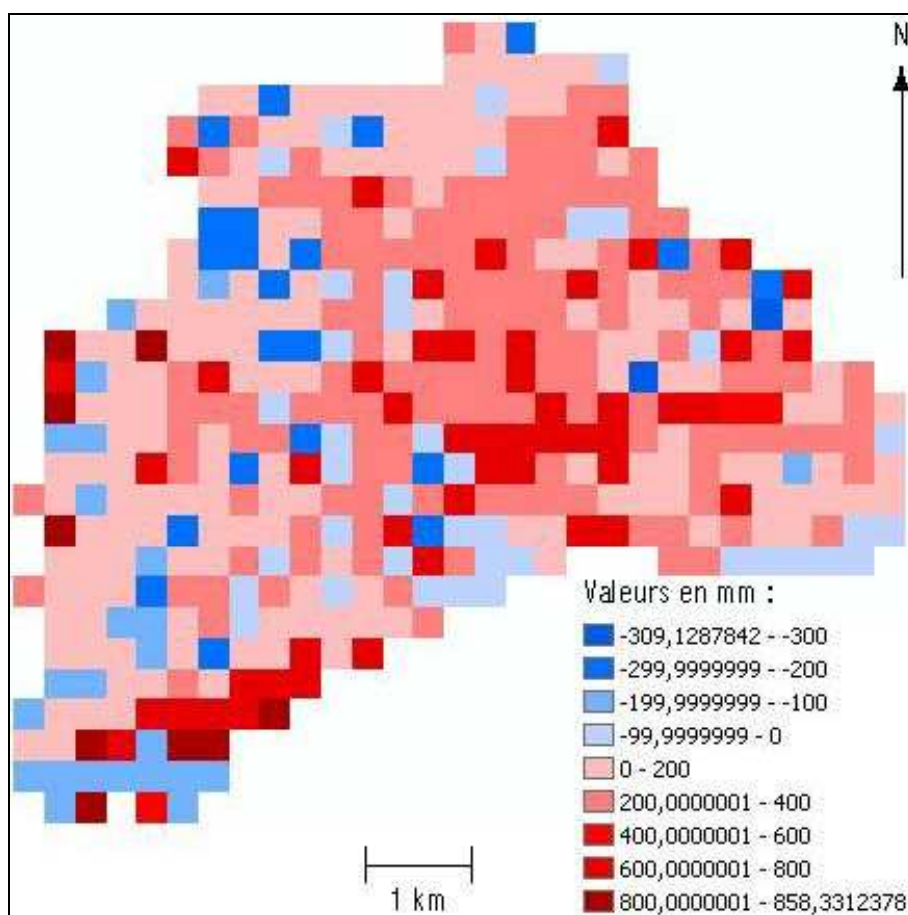


Figure 195 : Rapport entre les précipitations d'octobre 2002 à septembre 2003 et les besoins en eau de la végétation en mm dans le Bassin versant de la Valencize à Chavanay (CONSERVATOIRE BOTANIQUE DU MASSIF CENTRAL, METEO-FRANCE)

Entre octobre 2002 et septembre 2003, les besoins en eau de la végétation n'ont pas été satisfaits. La pluviométrie s'est révélée globalement insuffisante, d'autant plus que les secteurs où il y eut le plus d'excédent concernent les secteurs de Pélussin (imperméabilisé) et du Pic des Trois Dents (sans véritable valeur économique). Certes, le déficit n'a pas été très important mais il a été plutôt étendu dans l'espace et a concerné presque toutes les zones du bassin versant.

Si l'on considère l'évapotranspiration réelle, le bilan P-Q est certes légèrement supérieur, mais plus proche du résultat donné par la formule de Thornthwaite. Les écarts entre les résultats donnés par les formules de Turc et de Thornthwaite dépassent parfois 100 mm, ce qui est important à l'échelle d'un bilan annuel.

Nous proposons ici un tableau récapitulatif du comportement des différents bassins versants. L'automne, saison la plus humide, a apporté des quantités d'eau très importantes, surtout pendant le mois de novembre. L'intensité des précipitations était peut être trop élevée pour que le sol des bassins versants puisse retenir l'eau ainsi abattue. L'hiver, saison la plus sèche comme à l'accoutumée, n'a donc pas permis de maintenir les réserves au plus haut niveau. Les précipitations, sur l'ensemble de l'année hydrologique, ont été légèrement inférieures à la normale. L'évapotranspiration potentielle a été nettement supérieure à la normale, en raison des fortes températures. L'écoulement a été faible sur tous les bassins versants et l'évapotranspiration réelle a été assez nettement inférieure à l'évapotranspiration potentielle. L'écoulement a été faible, les besoins en eau de la végétation n'ont donc pas été satisfaits. Les Bassins versants du Gier et de la Valencize ont connu des températures plus élevées que les autres bassins versants et ont donc enregistré un Déficit Hydrique plus important.

		Bassin versant – Cours d'eau				
		Déôme	Dunières	Gier	Semène	Valencize
Diagramme ombrothermique	Saison la plus sèche	Hiver				
	Saison la plus humide	Automne				
Bilan Hydrique et Réserve Utile	Précipitations en mm	823,4	826,9	724,9	778,5	757,9
	ETP Thornthwaite en mm	662,3	654,4	729,1	660,8	720,4
	Ecoulement annuel en mm	443,6	399,5	261,3	416,7	332,7
	Réserve Utile entamée en :	Octobre 2002, mars à septembre 2003				
	Déficit Hydrique en mm	246,9	209,8	309	210,5	329,9
	ETR Turc en mm	415,4	441	420,1	436	390,5
	ETR / Précipitations en %	50,45	53,33	57,95	56,01	51,52

Tableau 57 : Tableau récapitulatif des informations principales données par le Diagramme ombrothermique et le Bilan Hydrique par bassin versant sur l'année hydrologique 2002-2003

2.4 Les mesures prises pour faire face à la sécheresse

Les mesures prises au niveau national ayant des répercussions locales.

Date	Nombre de départements français où les restrictions sont planifiées	Nombre de départements français où les restrictions sont effectives	Départements concernés dans les régions Auvergne et Rhône-Alpes par des restrictions planifiées	Départements concernés dans les régions Auvergne et Rhône-Alpes par des restrictions effectives
25.06.2003	24	18	Ardèche, Isère, Puy-de-Dôme, Rhône	Ain, Cantal, Drôme, Loire
09.07.2003	15	34	Puy-de-Dôme	Ain, Ardèche, Cantal, Drôme, Haute-Savoie, Isère, Loire , Rhône, Savoie
06.08.2003	8	54 (dont 14 où des restrictions totales de prélèvements sont appliquées à de petits bassins versants)	-	Ain, Allier, Ardèche, Cantal, Drôme, Haute-Loire , Haute-Savoie, Isère, Loire , Puy-de-Dôme, Rhône, Savoie
11.09.2003	4	77	-	Ain, Allier, Ardèche, Cantal, Drôme, Haute-Loire , Haute-Savoie, Isère, Loire , Puy-de-Dôme, Rhône, Savoie
06.10.2003	9	68	-	Ain, Allier, Ardèche, Cantal, Drôme, Haute-Loire , Haute-Savoie, Isère, Loire , Puy-de-Dôme, Rhône, Savoie

Tableau 58 : Restrictions planifiées et effectives sur les prélèvements en eau entre juin et octobre 2003 par département (LA TRIBUNE - LE PROGRES)

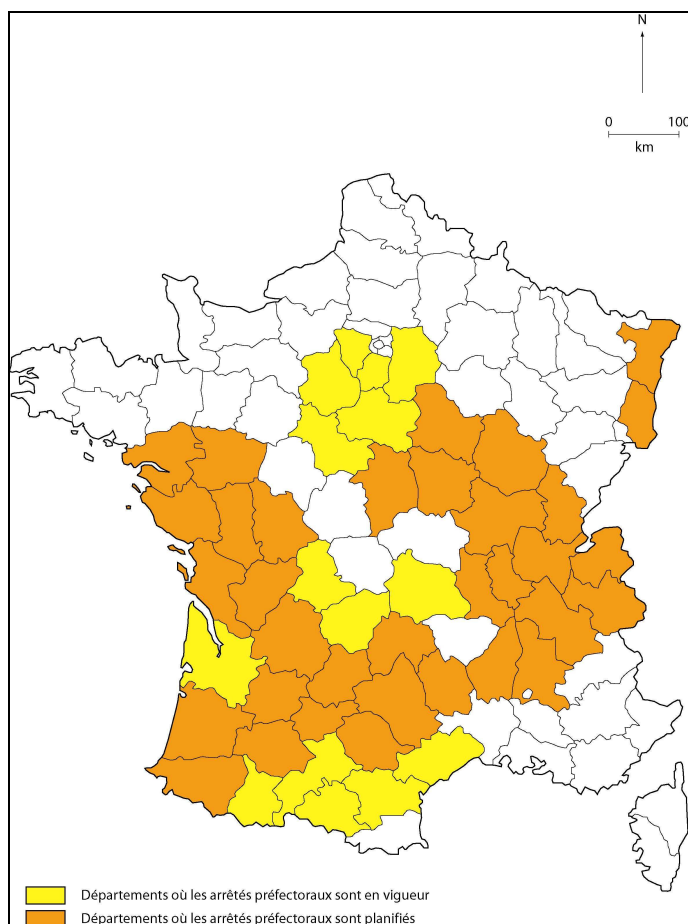


Figure 196 : Départements français où les arrêtés préfectoraux visant la restriction de la ressource en eau sont en vigueur et planifiés au 16 juillet 2003 (LA TRIBUNE - LE PROGRES)

L'impôt sécheresse de 1976 avait été très impopulaire. Le 15 juillet 2003, H. GAYMARD, alors ministre de l'Agriculture, se refusait à parler d'impôt sécheresse pour couvrir les frais de la sécheresse 2003 : *« Nous avons des dispositions d'indemnisations des calamités agricoles qui existent avec à la fois une participation des professionnels et une participation de l'Etat, donc des contribuables. Mais un impôt sécheresse n'est pas à l'ordre du jour. »*

Dans le Département de la Loire. Les services de la D.D.E.A. ont été en alerte dès que le niveau a atteint le dixième du module sur les stations de mesure des débits. Une réunion sécheresse s'est réunie de manière exceptionnelle avec le Préfet, les membres de la D.R.I.R.E., l'O.N.F., le P.N.R. du Pilat, les services de gendarmerie, les pompiers et les acteurs concernés dans chaque département. Un point a été fait sur les besoins en eau de l'agriculture et de l'industrie en lien avec la Chambre d'Agriculture de la Loire ou de la

Haute-Loire, la D.R.I.R.E. et la D.D.E. Depuis le décret du 24 septembre 1992, c'est seulement le Préfet qui décide, pour tout un département, de l'application ou non des mesures de restriction provisoire des usages de l'eau pour donner la priorité à l'alimentation en eau potable des populations. En 2003, dans le Département de la Loire, peu de conflits ont été signalés car la sécheresse avait débuté bien avant l'épisode de fortes chaleurs. Presque tous les usagers étaient informés de la gravité de la situation et de la nécessité de privilégier l'alimentation en eau potable des populations. Le Département de la Loire a été le deuxième département de France sous le coup d'un arrêté préfectoral pour la restriction de l'usage de l'eau. Le choix du sauvetage du maïs et des activités industrielles a été fait au détriment de l'arrosage des prairies. L'O.N.E.M.A. a estimé sur l'ensemble du Département de la Loire que 350 km de cours d'eau avaient été à sec pendant l'été 2003, alors que la Fédération de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique a estimé 500 km de cours d'eau à sec.

Le 19 juin 2003, M. BONNET, de la D.D.A.S.S., estimait la situation de la ressource en eau pour l'alimentation en eau potable : *« Il n'y a pas pour l'instant de signalement de communes en réelle difficulté, nécessitant l'apport de citernes ou un rationnement drastique. [...] Aucune commune n'est systématiquement fragile, cela change suivant les années. »*

L'histoire socio-démographique a conduit à un paradoxe. Le 15 août 2003, la commune du Bessat a du être ravitailée par camion citerne avec de l'eau facturée par la Ville de Saint-Etienne. La retenue artificielle de Lavalette pouvait encore assurer 200 jours d'approvisionnement en eau potable à la Ville de Saint-Etienne sans la moindre précipitation sur le haut Bassin versant du Lignon, à la fin du mois de septembre 2003. Néanmoins, un accident est toujours envisageable sur n'importe quelle retenue (pollution exceptionnelle, risque de rupture) et il est important de pouvoir disposer d'un équipement de secours.

Des mesures d'interdiction de l'arrosage des prairies sauf en luzerne ont été prises le 13 juin 2003. L'utilisation du feu a été interdite à moins de 400 mètres des forêts, plantations, reboisements, maquis et landes jusqu'au 30 juin inclus.

Le 19 juin, un arrêté préfectoral fixa les prescriptions de limitation de certains usages de l'eau dans le Département de la Loire²⁰. Depuis la mi-juin, les pompiers de Saint-Chamond sont intervenus pour le remplissage des abreuvoirs de la commune de La Valla-en-Gier, puisque les réservoirs étaient quasiment à sec.

Le 26 juin, le comité technique sécheresse a été mis en place dans le Département de la Loire. « *Il est chargé de faire des propositions d'organisation aux professionnels de la cellule sécheresse, d'exécuter leur décision, de préparer la communication et l'information des agriculteurs, de trouver des solutions techniques pour l'alimentation des animaux.* »

Le 27 juin, le Président de la Chambre d'agriculture de la Loire, J.-P. VIRICEL, demanda aux organisations agricoles du Département du Cher de fournir 6 000 ha de paille, soit 4 000 tonnes, au Département de la Loire.

La ville de Firminy a interdit jusqu'au 31 août le lavage des voitures, le remplissage des piscines et l'arrosage des pelouses et jardins sous certains horaires. La ville de Firminy utilise le Barrage de Bois d'Etat dont elle est propriétaire pour l'alimentation en eau potable, et le 26 juin, le taux de remplissage du barrage n'était que de 75 %, un niveau qui n'a jamais été observé depuis 1976. Le réservoir de l'Echapre est soutenu par celui des Plats, à Saint-Genest-Malifaux mais la qualité de l'eau moins bonne contraignait la ville de Firminy à un traitement plus coûteux. Les communes du Syndicat Intercommunal des Eaux de la Semène puisent aussi leur eau potable dans le réservoir des Plats. La commune du Chambon-Feugerolles ne sembla pas souffrir de la sécheresse car le niveau du Barrage du Cotatay était inférieur de seulement 25 cm à son niveau maximal.

Le même jour, un arrêté préfectoral de restriction de l'utilisation de la ressource en eau a été pris. « *Sont interdits : le lavage des voitures, sauf pour les stations professionnelles et les véhicules astreints à une obligation réglementaire (véhicule sanitaire ou alimentaire) ou technique (bétonnière) et pour les organes liés à la sécurité (pare-brises, phares, etc....).*

- le remplissage des plans d'eau, des piscines privées et des étangs

- l'alimentation des biefs, autre que ceux qui permettent l'alimentation d'une association syndicale autorisée sous réserve du respect du débit réservé

²⁰ « Article 1 : A compter de la date de publication de cet arrêté et jusqu'au 31 août 2003, l'arrosage ou l'irrigation des pelouses et des prairies, à l'exception des luzernes, à partir des prélèvements dans le milieu naturel ou d'ouvrages collectifs d'irrigation, sont interdits dans l'ensemble du département de la Loire. Article 2 : La limitation éventuelle de l'usage de l'eau potable à partir de captages publics ou privés sera soumise à des arrêtés municipaux spécifiques, en fonction de la situation de la ressource locale. »

Quatrième partie : Des périodes de crise, les périodes de sécheresse

- l'arrosage des pelouses et espaces verts, des prairies (sauf luzernes) »

Sont autorisés dans la limite de certains horaires : « L'arrosage des jardins potagers, des massifs fleuris, le lavage des voies et des trottoirs (en dehors des nécessités de salubrité publique) est autorisé uniquement de 21 heures à 7 heures et à partir des seuls réseaux d'adduction d'eau potable.

L'arrosage des terrains de sports n'est autorisé qu'une fois par semaine entre 21 heures et 7 heures du matin.

L'usage de l'eau distribué dans des réseaux publics pourra faire l'objet de restrictions complémentaires définies par décision de leurs autorités gestionnaires en fonction de la situation locale.

L'irrigation des cultures (sauf Canal du Forez) est interdite de 10 heures à 20 heures. »

Les sanctions prévues étaient les suivantes : « Tout contrevenant aux dispositions du présent arrêté sera puni de la peine d'amende prévue pour les contraventions de 5^{ème} classe (jusqu'à 1 500 € et jusqu'à 3 000 € en cas de récidive). »

Le 25 juin, la Ville de Saint-Etienne communiquait : « Saint-Etienne, grâce à sa politique volontariste en matière de protection de ses ressources, dispose de 250 jours de réserves en eau. [...] Il a donc été décidé de ne plus arroser les pelouses et de ne plus utiliser l'eau pour nettoyer les caniveaux. Les massifs de fleurs seront quant à eux arrosés la nuit. Seuls les marchés et les lieux avec beaucoup de passage continueront d'être nettoyés mécaniquement. L'eau des fontaines tourne en circuit fermé : il n'y a donc pas de gaspillage. »

Le 8 août 2003, la pêche a été interdite dans tous les cours d'eau de première catégorie du département, soit 2 600 km sur 3 000 km.

Le 14 août, le réservoir de l'Echapre était rempli à 50 %. Depuis plusieurs semaines, la vanne qui relie le Barrage des Plats au Barrage de Bois d'Etat était ouverte, mais le remplissage de la retenue de l'Echapre n'était pas très important. L'interconnexion sur la conduite forcée du Lignon avait été envisagée s'il n'y avait pas de précipitations d'ici à la fin du mois.

Le 19 août 2003, les municipalités de Firminy, Le Bessat, La Versanne et Tarentaise ont demandé l'intervention de la Ville de Saint-Etienne pour alimenter les réservoirs municipaux. Les camions-citernes de 38 tonnes ont pu transporter 25 m³ d'eau chacun. La demande en eau de la commune du Bessat était de 50 m³ d'eau par jour.

Face au mécontentement d'une partie des citoyens stéphanois, qui estimaient que la politique de gestion de la ressource en eau en période de sécheresse était à deux vitesses dans le Département de la Loire, la Ville de Saint-Etienne a suspendu les arrosages des massifs de fleurs le jour.

La commune du Bessat a dû avoir recours à l'approvisionnement en eau par camions-citernes. *« En plein mois d'août, la tâche ne fut pas aisée pour trouver des citernes alimentaires de volume important. Finalement, au Bessat, il aura fallu 13 rotations de camions de 27 m³ pendant 8 jours, pour assurer l'approvisionnement général, ce qui a représenté un surcoût très important pour une si petite commune (entre 230 et 300 €/HT par rotation). [...] La Ville de Saint-Etienne, propriétaire de l'aqueduc des sources, autorise la commune du Bessat à effectuer des prélèvements supplémentaires dans l'aqueduc, en cas de grosse sécheresse. [...] A Tarentaise, la commune s'est autorisée, malgré les réticences de la D.D.A.S.S., à utiliser certaines sources de particuliers encore bien abondantes pour alimenter une partie du bourg, les sources communales ne pouvant couvrir, loin de là, les besoins des abonnés au réseau. Il aura quand même fallu faire parvenir de l'eau depuis Saint-Etienne pour combler les besoins d'une population importante en cette période de vacances. »* (C. VEY, 2004).

Le 28 août, le Département de la Loire a été reconnu zone sinistrée.

Le 29 août, la Préfecture de la Loire a pris un nouvel arrêté contre la sécheresse qui remplace jusqu'au 30 septembre l'arrêté du 12 août. Dans les communes du Bessat, de Roisey, de Tarentaise et de La Versanne, étaient interdits :

- les arrosages de cultures, de jardins, de massifs, de pelouses et d'espaces verts
- le nettoyage des voies et trottoirs
- le remplissage des piscines et plans d'eau privés
- le lavage des voitures sauf pour les stations professionnelles

Dans les autres communes, sauf interdiction ou restrictions supplémentaires édictées par arrêté municipal, de telles opérations à partir du réseau d'eau potable étaient autorisées de 20 à 8 heures.

La municipalité du Bessat a pris un arrêté complémentaire : *« Sont formellement prohibés les barbecues et feux en tous genres sur l'ensemble de la commune. »* La municipalité avertit aussi les Bessataires : *« A titre de précaution, et bien que l'eau acheminée soit traitée et régulièrement contrôlée, il demeure néanmoins recommandé de privilégier l'utilisation de l'eau en bouteilles pour l'usage de boissons. »*

Le 11 septembre, C. BORY, Adjoint à l'Environnement de la Ville de Firminy, affirmait : *« C'est en mars 2003 que le niveau du Barrage de l'Echapre a commencé à baisser. En août nous étions au même niveau que lors des plus mauvais moments de la sécheresse de 1976. [...] Nous avons arrêté d'arroser les gros massifs de fleurs sur les ronds-points et autres endroits importants. Nous ne participerons pas au concours des villes fleuries puisque les différents massifs sont dans un état peu enviable. Cela a permis d'économiser plus de 10 000 mètres cubes d'eau durant les mois de juillet et août. »*

Le 12 septembre, les restrictions d'eau ont été assouplies dans le Département de la Loire. D'après la Préfecture, *« cette décision fait suite à l'amélioration des débits de la plupart des cours d'eau. »* Les prélèvements dans les cours d'eau et plans d'eau ont été autorisés ainsi que le tir de feux d'artifice. Les restrictions sur l'utilisation de l'eau potable étaient par contre toujours en vigueur. L'arrosage des terrains de sports n'était autorisé qu'une fois par semaine.

Sur les territoires du Pays du Gier et du Parc Naturel Régional du Pilat, les collectivités qui ont déclaré avoir souffert du manque d'eau sont : Chuyer, La Chapelle-Villars, Le Bessat, Marlhes, Saint-Appolinard, Saint-Genest-Malifaux, Saint-Joseph, Saint-Martin-la-Plaine, Saint-Michel-sur-Rhône, Saint-Sauveur-en-Rue, Tarentaise et Vérin. Le Bessat, Saint-Appolinard, Saint-Joseph, Saint-Sauveur-en-Rue et Tarentaise ont mis en place des restrictions de l'usage de l'eau. Marlhes, Saint-Genest-Malifaux et Tarentaise ont utilisé une ressource qui n'est pas utilisée en temps normal. La commune du Bessat a procédé à l'achat d'une citerne.

Dans le Département de la Haute-Loire. D'après la consultation départementale « L'eau à votre avis », 86 % des personnes qui ont répondu au questionnaire estiment qu'en Haute-Loire, ils ont pu être informés des mesures qui ont été prises. Ils se sont sentis concernés à 88 %. Si l'on tient compte des deux pourcentages, trois personnes sur quatre se sont donc senties concernées par les mesures de sécheresse prises dans le département de la Haute-Loire. D'après les personnes interrogées, la moitié pense qu'il faut assurer en priorité l'alimentation en eau potable, et 29 % estiment que la priorité doit être la préservation de la vie aquatique.

La pratique de la pêche a été interdite dans les cours d'eau dont le débit naturel est inférieur au débit minimum biologique. Les truites étaient parmi les espèces les plus touchées.

Le 14 août 2003, « *les dernières mesures ont été prises par le syndicat des eaux de Montregard, à savoir Grazac, Lapte, Montfaucon-en-Velay, Montregard, Raucoules et une partie de Dunières. Les mesures urgentes sont applicables de suite. Ainsi, de 0 à 24 heures, sont interdits : l'arrosage des potagers, l'utilisation de l'eau à titre public, professionnel ou privé pour le lavage des véhicules, l'irrigation des cultures. Ces mesures concernent tous types de prélèvement à partir des réseaux d'adduction publics ou privés, puits privés ou cours d'eau. [...] Rappelons que les contrevenants s'exposent à des amendes de 5^{ème} classe (jusqu'à 1 500 € et 3 000 € en cas de récidive).* » (SYNDICAT DES EAUX DE MONTREGARD).

Le 20 août 2003, en accord avec la F.D.P.P.M.A., le Préfet de la Haute-Loire a décidé la fermeture de la pêche dans les cours d'eau de 1^{ère} catégorie à partir du 24 août. Cette décision est prise en raison de l'état précaire de la population piscicole et des décisions de fermeture de la pêche prises dans les départements voisins.

Les conséquences de cette sécheresse très importante sont survenues bien après cet épisode. L'A.A.P.P.M.A. Dunières-Riotord a mis en réserve certains secteurs, soit une partie du tracé du Gournier, du Merdary et des Passas, affluents de la Dunières.

Au cours de l'été 2006, J. FAYARD, Maire de Montfaucon-en-Velay, et Président du syndicat des eaux de Montregard a affirmé : « *Nous effectuons principalement un captage d'eaux de sources mais en plein été, il arrive de puiser dans les eaux de surface, en asséchant en partie les ruisseaux (le Trifoulou et la Brossette, soit 28 captages qui représentent 500 000 m³ d'eau²¹). Aller chercher de l'eau à Lavalette est un bon projet sur lequel nous avons déjà commencé à travailler. Des négociations sont en cours avec la Ville de Saint-Etienne pour obtenir un droit de 10 litres par seconde. [...] Il faut construire une importante station de traitement. Elle nous permettrait de ne plus revivre les problèmes de 2003 où nous avons équipé nos réserves vers le 15 août. Nous cherchons à nous rapprocher du syndicat des eaux de Tence pour mener en commun ce projet.* » A l'issue de l'épisode de sécheresse et de canicule de 2003, la Préfecture de l'Isère, département voisin et limitrophe au sud-est de la Loire, a estimé que « *la régulation des usages par l'action administrative permet une gestion équilibrée et partagée de la ressource.* »

²¹ D'après P. CHOMAT, Président de l'A.A.P.P.M.A. Tence-Montfaucon.

L'intervention doit avoir lieu lorsque « la rareté de l'eau est susceptible de remettre en cause les usages habituels et leur régulation, le plus souvent calés sur des valeurs d'étiage quinquennal ou décennal. [...] Un bon niveau de connaissance des usages et des potentialités des milieux est un préalable indispensable, et toujours à améliorer, à toute démarche de gestion. »

La sécheresse de 2003 a démontré que des mesures pouvaient être prises et être échelonnées au fur et à mesure du déroulement de l'épisode sec. Les citoyens ont bien conscience que l'alimentation en eau potable constitue la priorité. Malgré les précautions administratives prises, tant au niveau préfectoral que municipal, les communes ont dû avoir recours aux réseaux principaux pour l'alimentation en eau de leurs réservoirs. Ceci est la preuve que les mesures prises ne suffisent qu'à ralentir l'échéance mais aussi à faire prendre conscience aux usagers de la rareté de la ressource. Ces précautions à prendre apparaissent moins évidentes lorsque l'on dispose d'une ressource moins abondante. La ville de Saint-Etienne est en quelque sorte privilégiée car la population diminue fortement en été, pour cause de nombreux départs en vacances. Une comparaison entre la pluviométrie au quotidien, le taux de remplissage des réservoirs et la chronologie des mesures prises serait fort utile pour rendre justement compte de l'efficacité de ces mesures.

Sur le territoire d'étude, quels sont les secteurs les plus concernés par la sécheresse ?

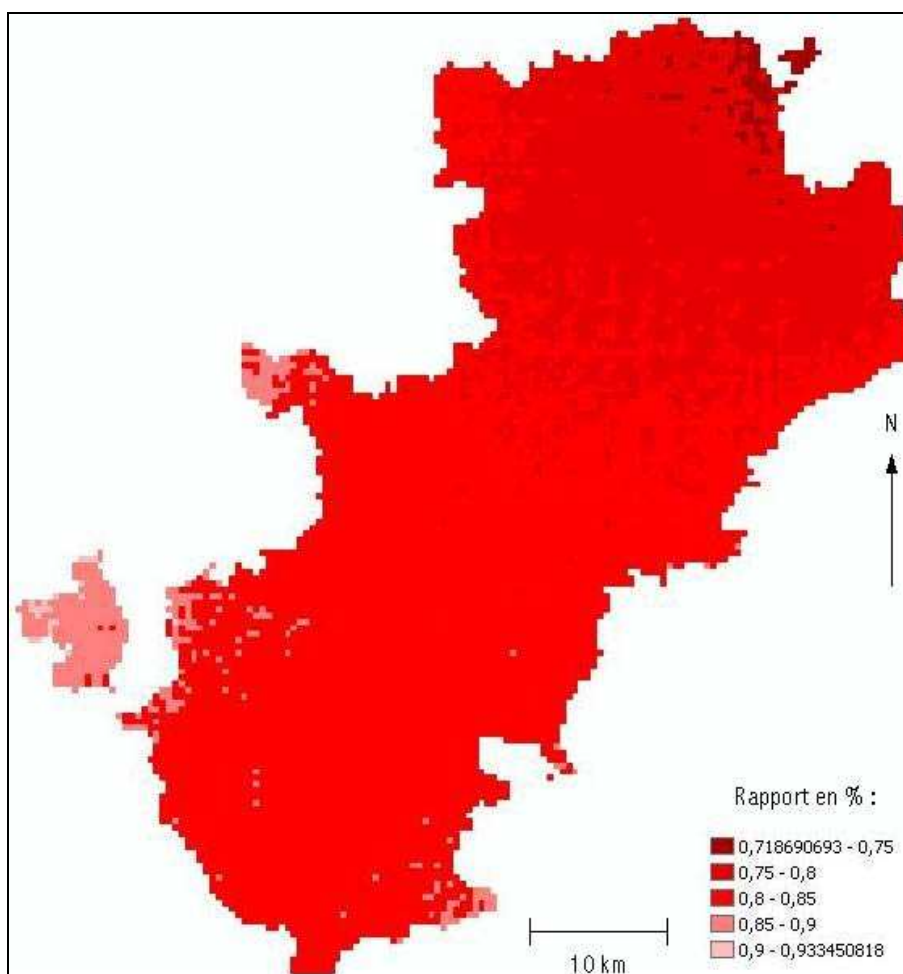


Figure 197 : Déficit pluviométrique cumulé sur les différentes périodes de sécheresse par rapport à la normale 1971-2000 (METEO-FRANCE)

La figure n°197 page 397 nous permet de constater le déficit pluviométrique cumulé sur les différentes périodes de sécheresse par rapport à la normale 1971-2000. Quelque soit la région du territoire d'étude, le bilan n'est pas catastrophique. Nous observons un creusement du déficit entre le sud-ouest du territoire (Aurec-sur-Loire, Retournac) et le nord-est (Châteauneuf, Dargoire, Saint-Joseph, Tartaras). Ce secteur le plus septentrional recueille un peu plus de 70 % des précipitations sur l'ensemble des épisodes de sécheresse considérés par rapport à la normale. Il faut peut-être relever dans ce cas l'influence des phénomènes océaniques. Il est possible que les apports de précipitations automnales, notamment en 1996-1997 et en 2002-2003, aient permis de favoriser le bilan des régions méridionales. Elles ont reçu pluies océaniques et pluies méditerranéennes.

Quatrième partie : Des périodes de crise, les périodes de sécheresse

Les mesures prises pour faire face à la sécheresse ont-elles été bien appropriées ?
Le tableau n°59 pages 398-400 permet de récapituler les mesures prises depuis la sécheresse de 1976.

Episode de sécheresse / Territoire concerné	Niveau national	Département de la Loire	Département de la Haute-Loire	Bassin versant
1976	Impôt sécheresse Projet de construction de barrages ayant pour vocation le soutien d'étiage	Déclaré sinistré Repeuplement en truites fario des cours d'eau affectés <u>Prescrits :</u> Débroussaillage <u>Interdits :</u> Enfouissement et destruction de céréales par le feu Feux de plein air	Déclaré sinistré : Intensité de la sécheresse basée sur le déficit fourrager et le manque de pluies Classement déterminé aussi par le revenu moyen par personne active dans l'agriculture Contrôles sur les pompes <u>Autorisés avec restrictions :</u> Irrigations et captages sur les cours d'eau si nécessaires à l'agriculture <u>Interdits :</u> Feux	Dorlay : augmentation de la capacité des réservoirs en eau potable de certaines communes
1983-1986	Reconnaissance du caractère de calamité agricole à la sécheresse de l'automne 1985 dans le Département de la Loire			Furan : La municipalité de Planfoy a demandé aux habitants d'économiser au maximum la consommation d'eau Furan / Gier : le syndicat des eaux de Saint-Christo / Valfleury a demandé l'interconnexion avec le réseau de Saint-Etienne via le réseau de Saint-Héand Ondaine : La Ricamarie décide de se connecter sur le réseau de Lavalette

Quatrième partie : Des périodes de crise, les périodes de sécheresse

Episode de sécheresse / Territoire concerné	Niveau national	Département de la Loire	Département de la Haute-Loire	Bassin versant
1989-1991	R. LACOMBE, Président de la F.N.S.E.A. : « <i>Il faut noyer certaines vallées pour que l'intérêt public prime.</i> »	Déclaré sinistré (Printemps et été 1991)	Déclaré sinistré (sécheresse de 1991)	Furan : La municipalité de Planfoy a fait appel aux camions-citernes pour approvisionner en eau les réservoirs communaux. L'arrosage et le lavage des voitures ont été interdits. Loire : le débit réservé au Canal du Forez a été abaissé. Ondaine : la ville du Chambon-Feugerolles s'est approvisionnée à partir du réseau de Lavalette
1997		Déclaré sinistré 25 000 tonnes de fourrage ont été achetées		Gier : la municipalité de Saint-Chamond a décidé de réhabiliter le Barrage de la Rive, alors hors d'usage Semène : 3 camions-citernes ont approvisionné les réservoirs communaux de Saint-Genest-Malifaux
2003		Le Département du Cher a fourni 4 000 tonnes de paille Les services de la D.D.E.A ont été en alerte dès que le niveau des débits a atteint le dixième du module Le maïs et les activités industrielles ont été privilégiés au détriment de l'arrosage des prairies Mise en place d'un comité technique sécheresse <u>Autorisés avec restrictions horaires :</u> Arrosage des jardins potagers, des massifs fleuris et des terrains de sports Irrigation des cultures	<u>Interdits :</u> Pêche dans les cours d'eau de 1 ^{ère} catégorie, pêche dans les cours d'eau dont le débit naturel est inférieur au débit minimum biologique	Dunières : l'arrosage des potagers, l'irrigation des cultures et le lavage des véhicules ont été interdits à Dunières, Grazac, Lapte, Montfaucon-en-Velay, Montregard et Raucoules. Furan : La commune du Bessat a été ravitaillée par camion-citerne, a acheté une citerne et a interdit l'utilisation de feux La Ville de Saint-Etienne a suspendu les arrosages des massifs de fleurs Gier : Intervention des pompiers pour le remplissage des abreuvoirs de la commune de La Valla-en-Gier Ondaine : La ville de Firminy a interdit le lavage

		Département de la Loire (2003)		Bassin versant (2003)
		Nettoyage de la voirie Usage de l'eau distribué dans les réseaux publics <u>Interdits</u> : Arrosage des espaces verts, pelouses, prairies (sauf luzernes) Lavage des voitures Pêche dans les cours d'eau de 1 ^{ère} catégorie Remplissage des piscines Utilisation du feu		des voitures, le remplissage des piscines et l'arrosage des pelouses et jardins sous certains horaires.

Tableau 59: Récapitulatif des mesures prises en période de sécheresse dans les Départements de la Loire et de la Haute-Loire depuis 1976

Les mesures prises en période de sécheresse ont été nombreuses mais pas toujours très bien adaptées. Elles sont intervenues la plupart du temps tardivement, notamment en août pour la pêche. Nous l'avons vu auparavant, le débit des cours d'eau a été affecté dès mars en période de sécheresse annuelle. Ensuite, ces mesures n'ont jamais été prises à l'échelle du bassin versant : c'est le découpage administratif qui domine. Le cadre départemental, lorsque l'on connaît l'hétérogénéité géographique des Départements de la Loire et de la Haute-Loire, n'est probablement pas le mieux adapté. Il est celui où l'Etat a le pouvoir. Quel est le pouvoir à l'échelle du territoire du Schéma d'Aménagement de Gestion des Eaux ou du Contrat de Rivière ?

L'année 2003 a été une année où de nombreuses actions ont été réalisées pour faire face à la sécheresse. Il s'agit là aussi d'une époque récente, où l'accès à l'information a été plus aisé de notre part. La sécheresse a été très perceptible, d'autant qu'elle a été associée à un phénomène caniculaire, ce qui n'était pas toujours le cas au cours des épisodes précédents (1997 notamment).

Très souvent, les mesures sont basées sur un état de fait (récoltes déficitaires) ou sur un niveau hydrologique insuffisant. La prise en compte des différents niveaux de la sécheresse est inégale (météorologique, hydrologique, pédologique) et les mesures sont souvent appliquées pour l'agriculture, l'élevage ou l'alimentation en eau potable. L'industrie et la construction, deux Catégories Socio-Professionnelles gourmandes en eau potable, prennent-elles leurs propres mesures dans ce cas ? Les sanctions prévues sont rarement affichées et sont-elles réellement prises ? Existe-t-il une forme de dissuasion ?

Peut-on se prémunir face à un tel évènement ?

D'après F. LASSERRE, Professeur à l'Université Laval, « *L'épisode (de la sécheresse de 2003) s'intègre dans une succession d'évènements climatiques hors normes. [...] Ne faudrait-il pas envisager de facturer l'eau du secteur agricole à une plus juste valeur et d'assujettir enfin les producteurs aux cotisations aux agences de l'eau ? [...] Toute une panoplie de mesures est déjà connue pour diminuer les consommations : réduction de l'arrosage et du lavage des voitures, recyclage de l'eau de vaisselle pour le jardin, mais aussi installation de douches, de toilettes et de robinets à faible débit. Mais les volumes potentiellement économisés ainsi ne sont pas majeurs. »*

Chapitre 3 : Les probabilités d'occurrence de la sécheresse

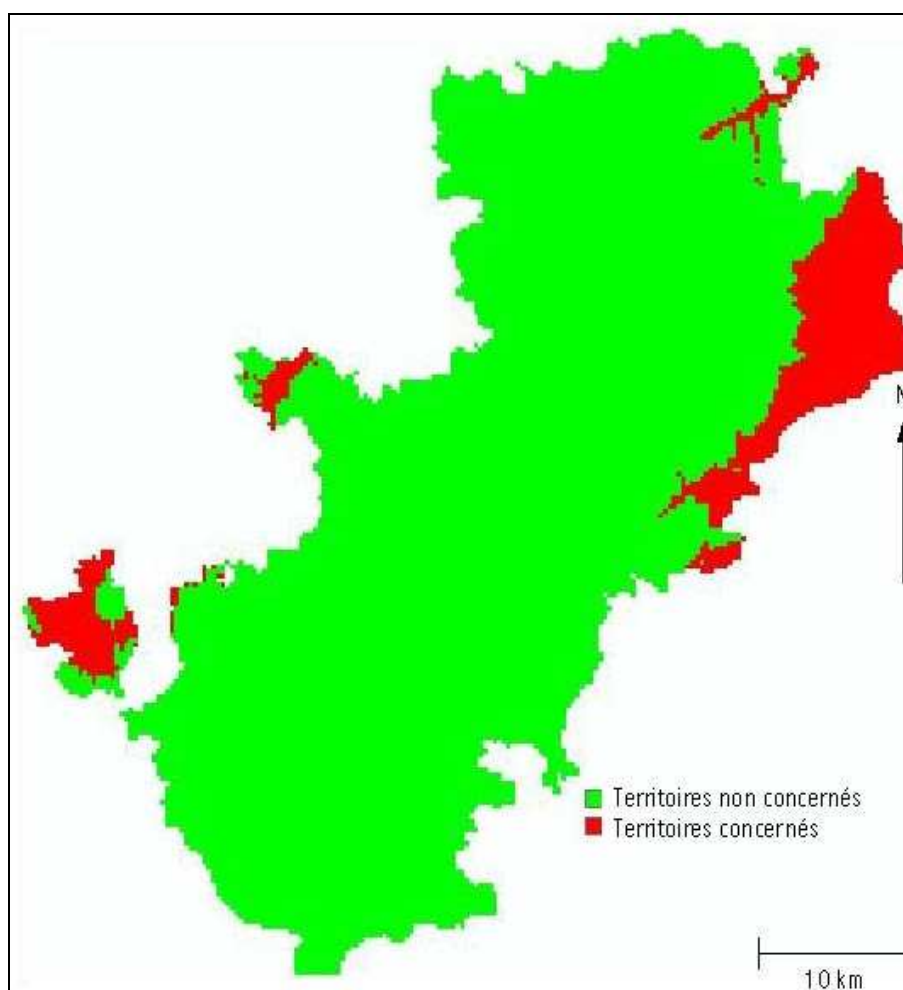


Figure 198 : Les territoires concernés par une sécheresse météorologique entre juillet et septembre - Période 1971-2000 (METEO-FRANCE)

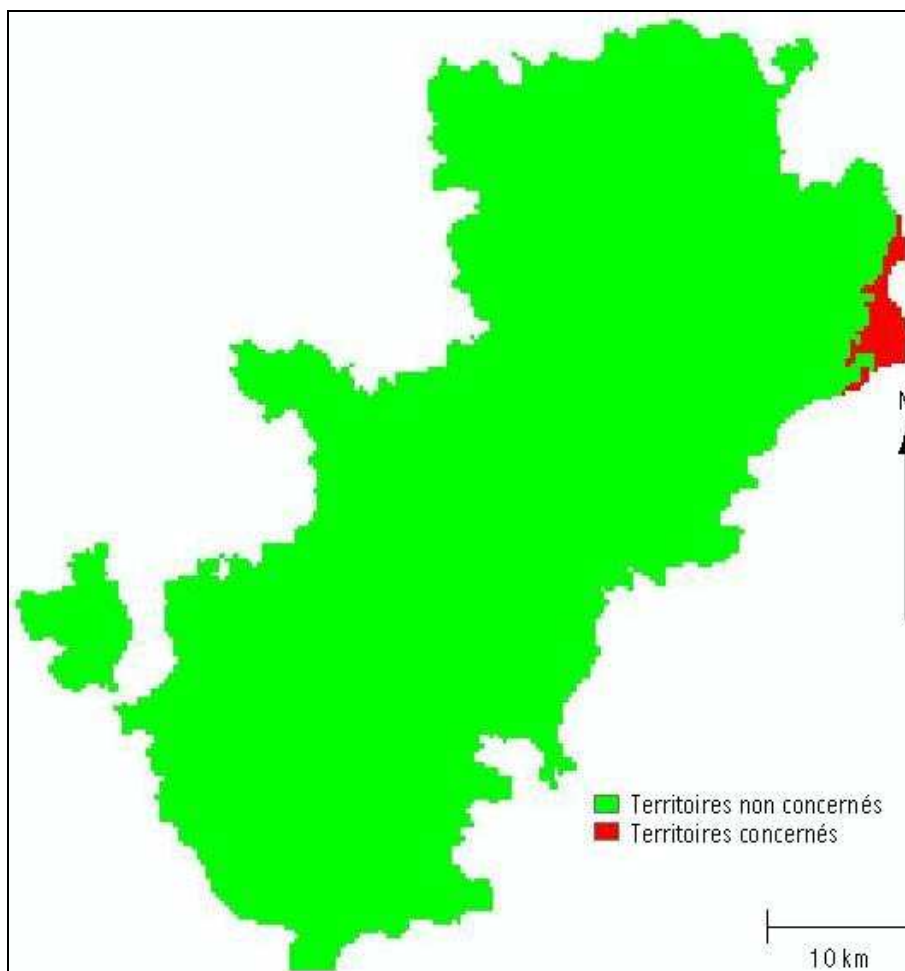


Figure 199 : Les territoires concernés par une sécheresse hydrologique entre juillet et septembre - Période 1971-2000 (METEO-FRANCE)

D'après une application de spatiale de l'indice de Gaussen, la sécheresse est une réalité structurelle sur le territoire d'étude. Elle affecte les secteurs les moins élevés, les moins arrosés en eau et où les températures sont les plus importantes. Cela correspond aux vallées de la Déôme, du Gier, de la Loire et du Rhône, dont le plateau pélussinois. L'écoulement se tarit habituellement sur les ravins rhodaniens pendant l'été. L'assèchement des cours d'eau tels que l'Arbuel, l'Epervier, le Limony, le Régrillon, la Valencize serait une situation courante.

Pour déterminer les probabilités d'occurrence de la sécheresse, nous avons calculé les précipitations décennales et centennales sur l'ensemble du territoire d'étude. Dans le premier cas, il s'agit de précipitations qui peuvent se produire sur l'ensemble d'une année sur dix. Dans le deuxième cas, il s'agit de précipitations qui peuvent se produire sur l'ensemble d'une année sur cent. Les données de référence sont les précipitations abattues

sur 11 stations sur la période 1971-2000. Nous avons considéré que la répartition des précipitations au cours de cette période, à l'échelle annuelle, suivait une loi normale²². La loi normale est une loi de probabilité fréquemment utilisée en hydrologie mais elle n'est pas exclusive. La référence à d'autres lois de probabilité nous aurait conduit à des résultats légèrement différents.

Nous avons ensuite déterminé les probabilités 0,1 et 0,01 pour chaque station. Une valeur de pluviométrie, en mm, était donc associée à chaque station. Nous avons ensuite construit les cartes des précipitations décennales et centennales selon la même méthode utilisée pour construire les cartes de précipitations et de températures sur toutes les périodes d'étude.

²² D'après AGHRAB A., 2005, Une méthodologie pour caractériser le climat et la sécheresse d'une région, Ed. Le Manuscrit, p. 26.

3.1 Les précipitations décennales

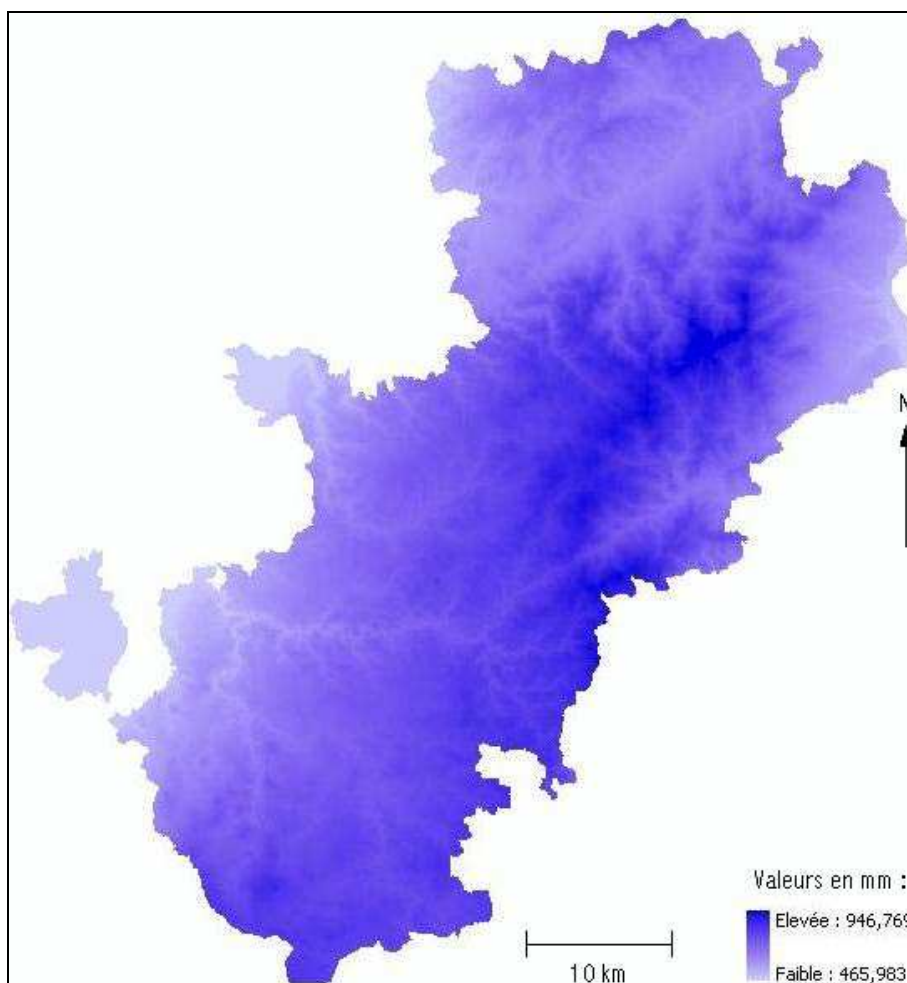


Figure 200 : Précipitations décennales sur le territoire d'étude (METEO-FRANCE)

Le rapport entre les précipitations décennales les plus élevées et les plus faibles est du simple au double sur l'ensemble du territoire d'étude. Les précipitations augmentent sur l'ensemble de l'année en fonction de l'altitude et ce de manière très régulière. En deçà de 500 mm de précipitations, les communes des Vallées de la Loire et du Rhône reçoivent un total pluviométrique probablement insuffisant. Les sommets les plus élevés, très peu cultivés, peuvent se contenter de totaux légèrement inférieurs à 1 000 mm.

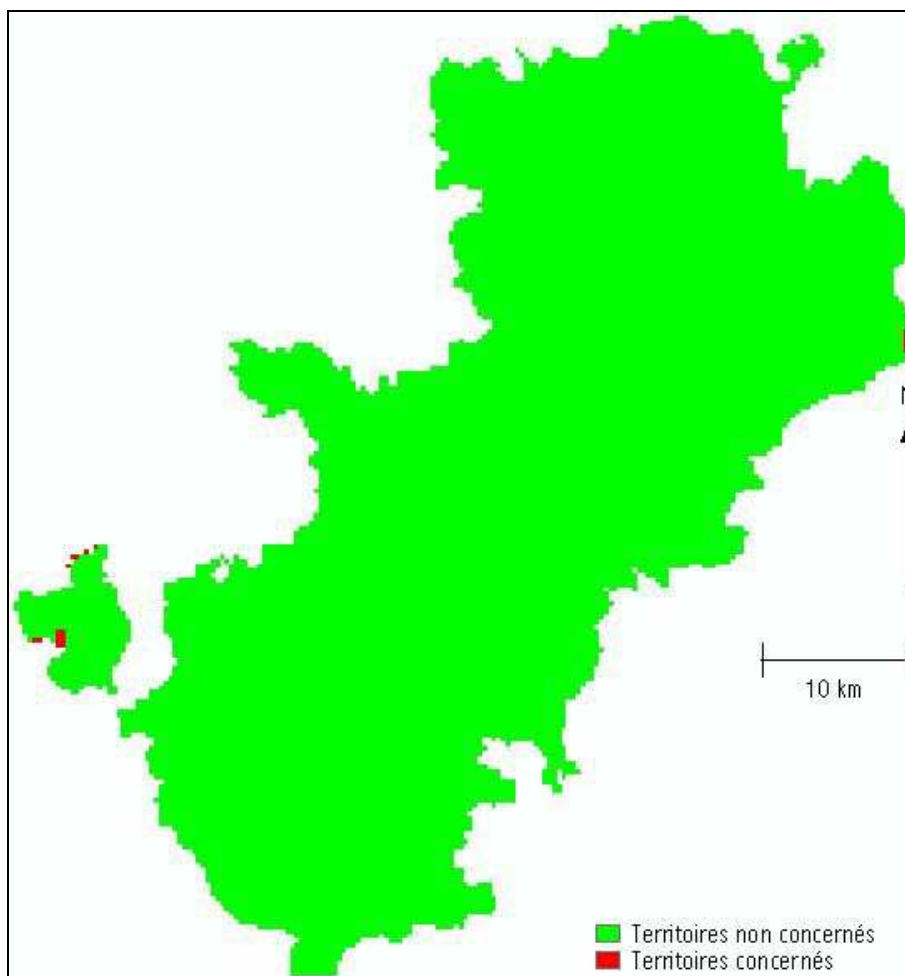


Figure 201 : Les territoires concernés par une sécheresse météorologique en cas de précipitations annuelles décennales (METEO-FRANCE)

Les territoires concernés par une sécheresse météorologique en cas de précipitations annuelles décennales se situent uniquement sur la Vallée de la Loire et à Saint-Pierre-de-Bœuf. Cela concerne une si faible partie du territoire qu'on peut difficilement considérer que l'on se trouve alors dans une situation de sécheresse à l'échelle d'une année.

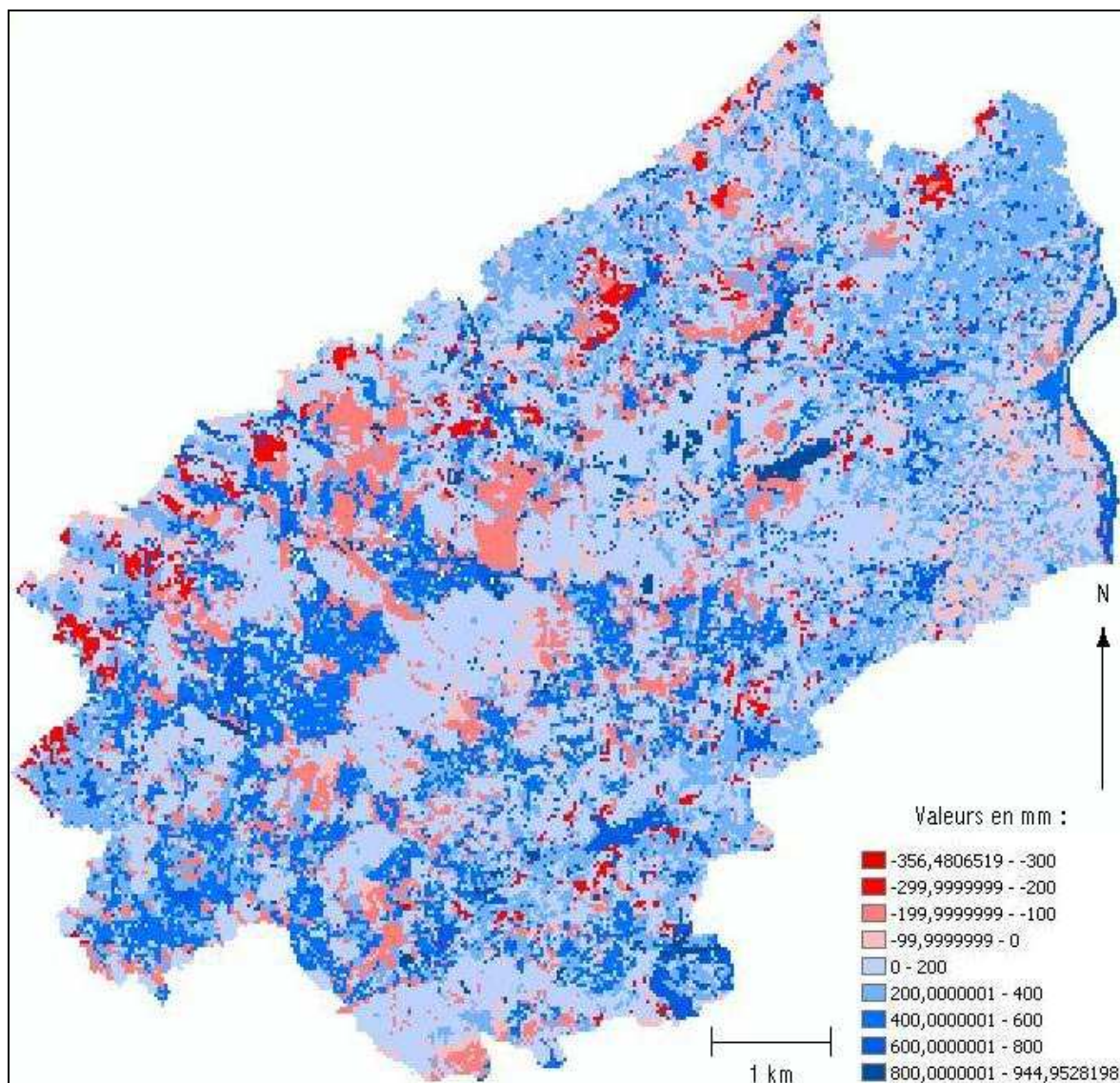


Figure 202 : Bilan comparatif entre les précipitations décennales et les besoins annuels de la végétation dans le Parc Naturel Régional du Pilat – Département de la Loire (CONSERVATOIRE BOTANIQUE DU MASSIF CENTRAL, METEO-FRANCE)

Lorsque l'on compare les précipitations décennales et les besoins annuels de la végétation sur le Parc Naturel Régional du Pilat, nous pouvons constater que les besoins sont globalement satisfaits. C'est surtout le cas sur le Massif du Pilat proprement dit et sur les hauts plateaux occidentaux (secteur de Jonzieux, Marlhes et Saint-Genest-Malifaux). C'est cependant sur la frange nord-ouest du massif que le déficit est le plus important. Il s'agit d'une hypothèse à l'explication des nombreux incendies qui s'y déclenchent à l'occasion des épisodes de sécheresse.

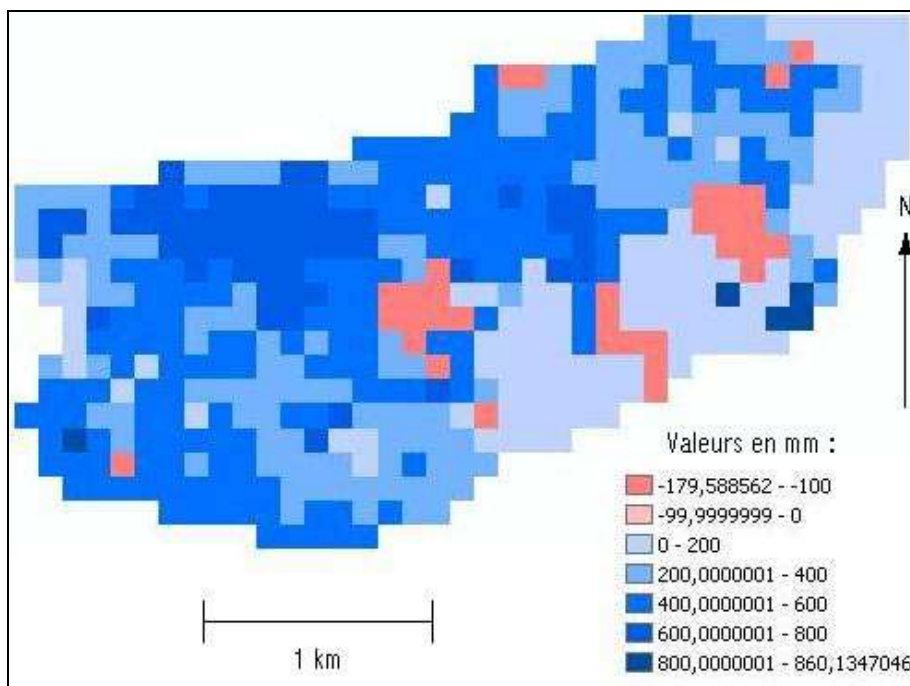


Figure 203 : Bilan comparatif entre les précipitations décennales et les besoins annuels de la végétation dans le Bassin versant de l'Ecotay au C.P.I.E. de Marllhes (METEO-FRANCE)

Le Bassin versant de l'Ecotay n'est que très peu sensible aux années sèches. Les besoins des zones cultivées et des prairies, au nord-ouest, sont amplement satisfaits (voir figure n°203 page 408). Seules quelques zones peuvent connaître un déficit sur l'ensemble de l'année, qui s'étend jusqu'à 180 mm. Il s'agit de zones boisées.

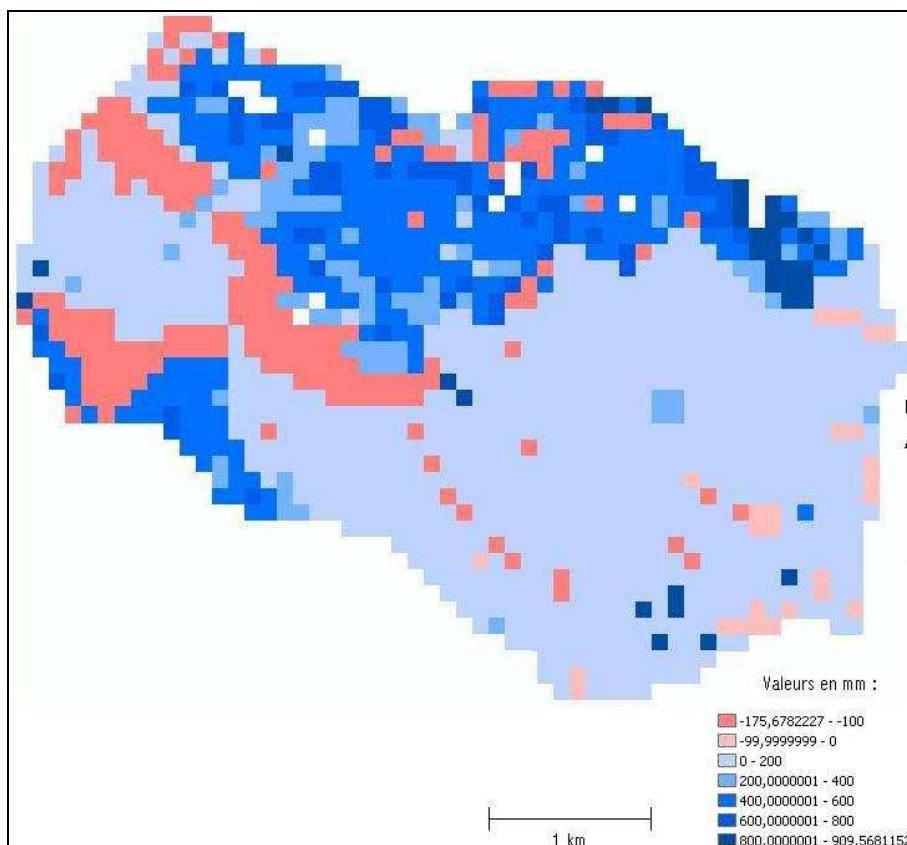


Figure 204 : Bilan comparatif entre les précipitations décennales et les besoins annuels de la végétation dans le Bassin versant du Furan à l'amont du Barrage du Pas de Riot (METEO-FRANCE)

Dans le cas de précipitations décennales, la situation n'est pas non plus dramatique pour le Bassin versant du Furan. Comme sur le Bassin versant de l'Ecotay, le déficit atteint 180 mm. Les besoins de la végétation ne sont pas entièrement satisfaits sur les parties les plus basses du bassin versant, à proximité du Barrage du Pas de Riot, en deçà de 1 000 mètres d'altitude, et sur le plateau de la Barbanche sur la partie nord du bassin. Le versant nord du Massif du Pilat est couvert de forêts de plantations de conifères, parfois aux portes des agglomérations, à 600 mètres d'altitude. Les besoins en eau de ces types de plantations ne sont pas satisfaits à l'occasion d'un épisode de sécheresse annuel décennal.

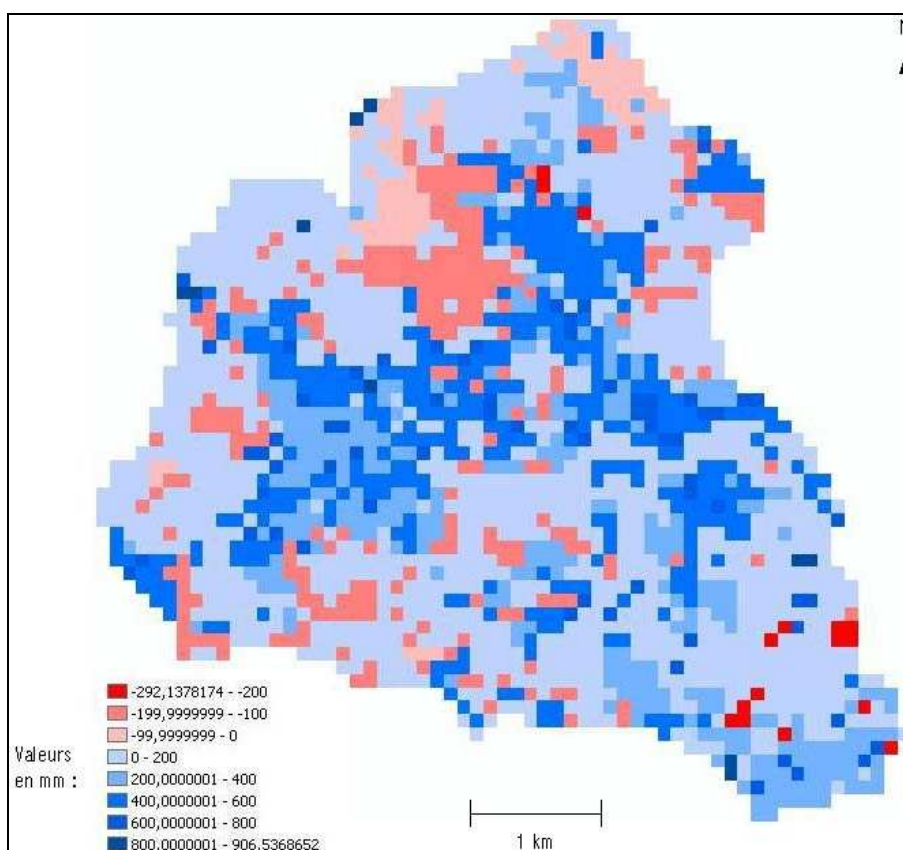


Figure 205 : Bilan comparatif entre les précipitations décennales et les besoins annuels de la végétation dans le Bassin versant du Ruisseau des Préaux à Bourg-Argental (METEO-FRANCE)

Sur le Bassin versant du Ruisseau des Préaux à Bourg-Argental, les besoins en eau de la végétation ne sont pas entièrement satisfaits en cas d'épisode de sécheresse décennal. Le déficit est compris entre 100 et 200 mm sur la commune de La Versanne, à plus de 1 000 mètres d'altitude. Le déficit approche même 300 mm sur quelques secteurs, certes isolés, à proximité de Bourg-Argental. Sur ce bassin versant, où les pentes sont parfois très importantes, les cultures ne sont pas très étendues.

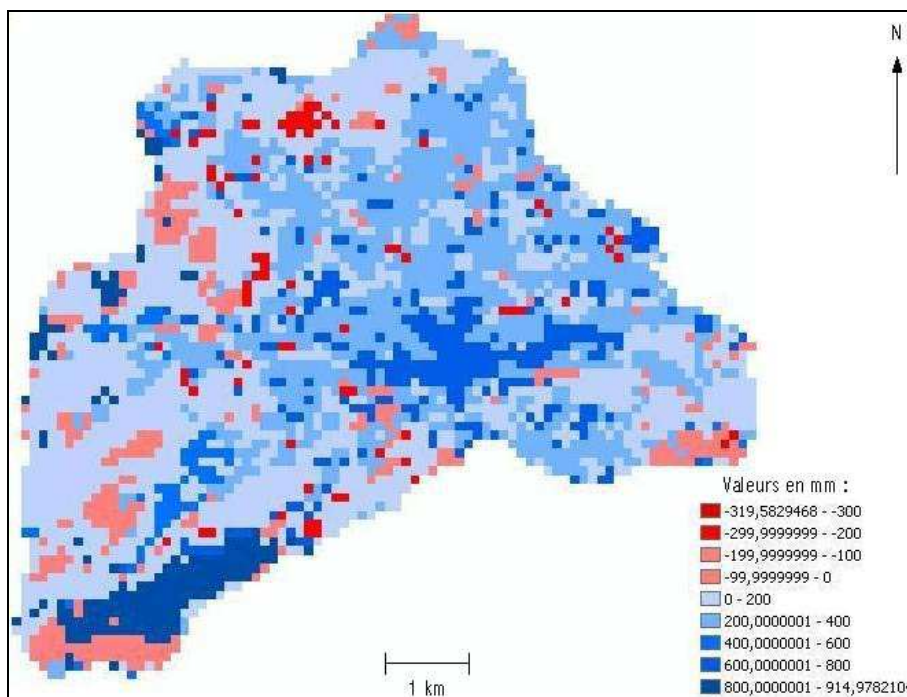


Figure 206 : Bilan comparatif entre les précipitations décennales et les besoins annuels de la végétation dans le Bassin versant de la Valencize à Chavanay (METEO-FRANCE)

Le Bassin versant de la Valencize à Chavanay est soumis à l'épuisement de la Réserve Utile pendant la période estivale. Les besoins en eau de la végétation peuvent être globalement satisfaits même en cas d'épisode de sécheresse décennale, à l'exception de certains secteurs d'altitude (ligne de crête du Massif du Pilat : Crêt de l'Oeillon, Crêt de Baronnette, Croix de Montvieux) et de la commune de Chavanay. Une certaine partie de la superficie du bassin versant est imperméabilisée. Comme sur les autres bassins versants, la situation doit être tempérée par le fait que nous ne présentons ici que des bilans annuels. Les bilans saisonniers, voire mensuels, pourraient présenter des différences significatives.

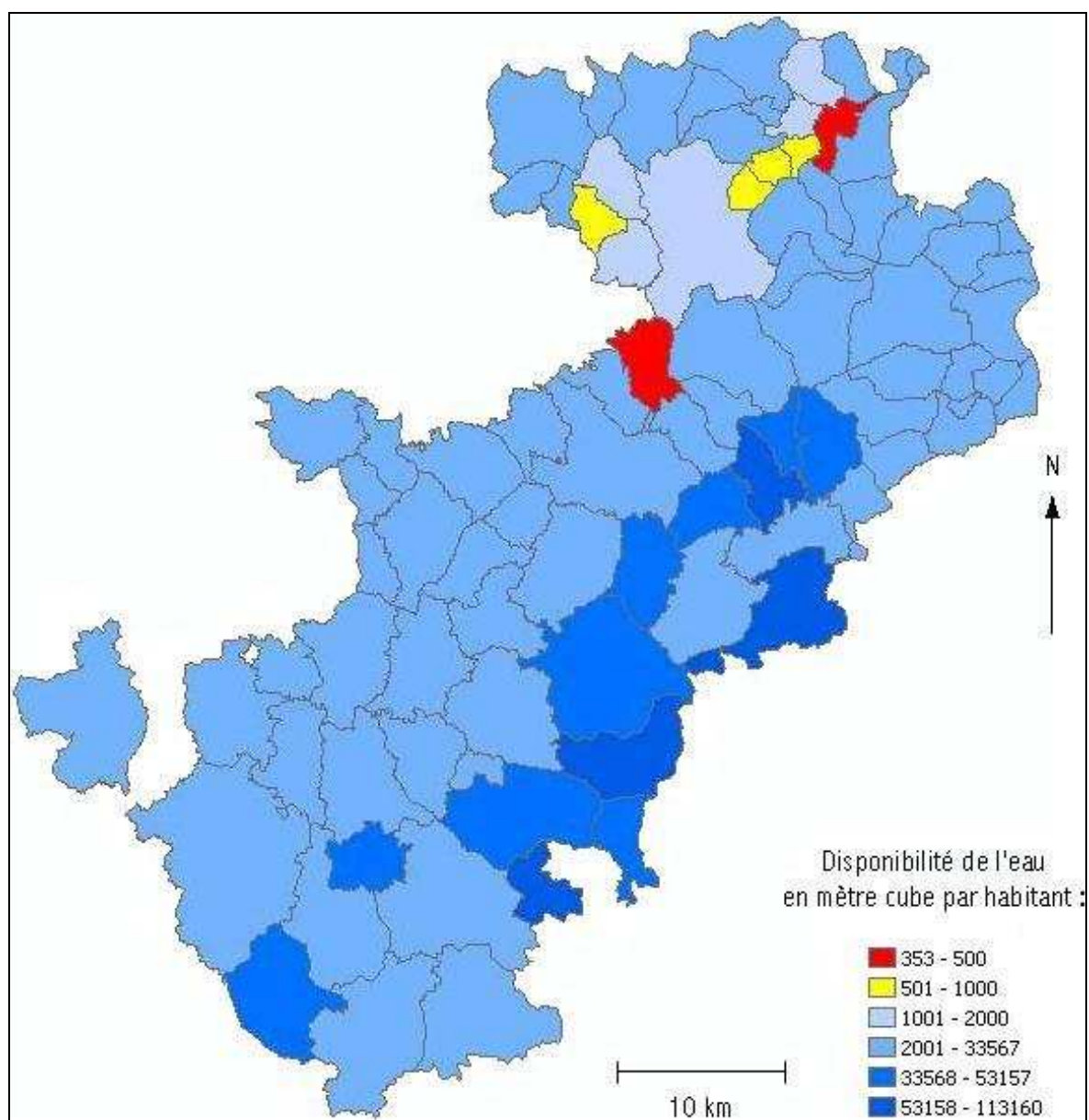


Figure 207 : La disponibilité de l'eau par habitant et par commune en m³ en 2006 dans le cas de précipitations décennales (INSTITUT NATIONAL DE LA STATISTIQUE ET DES ETUDES ECONOMIQUES, METEO-FRANCE)

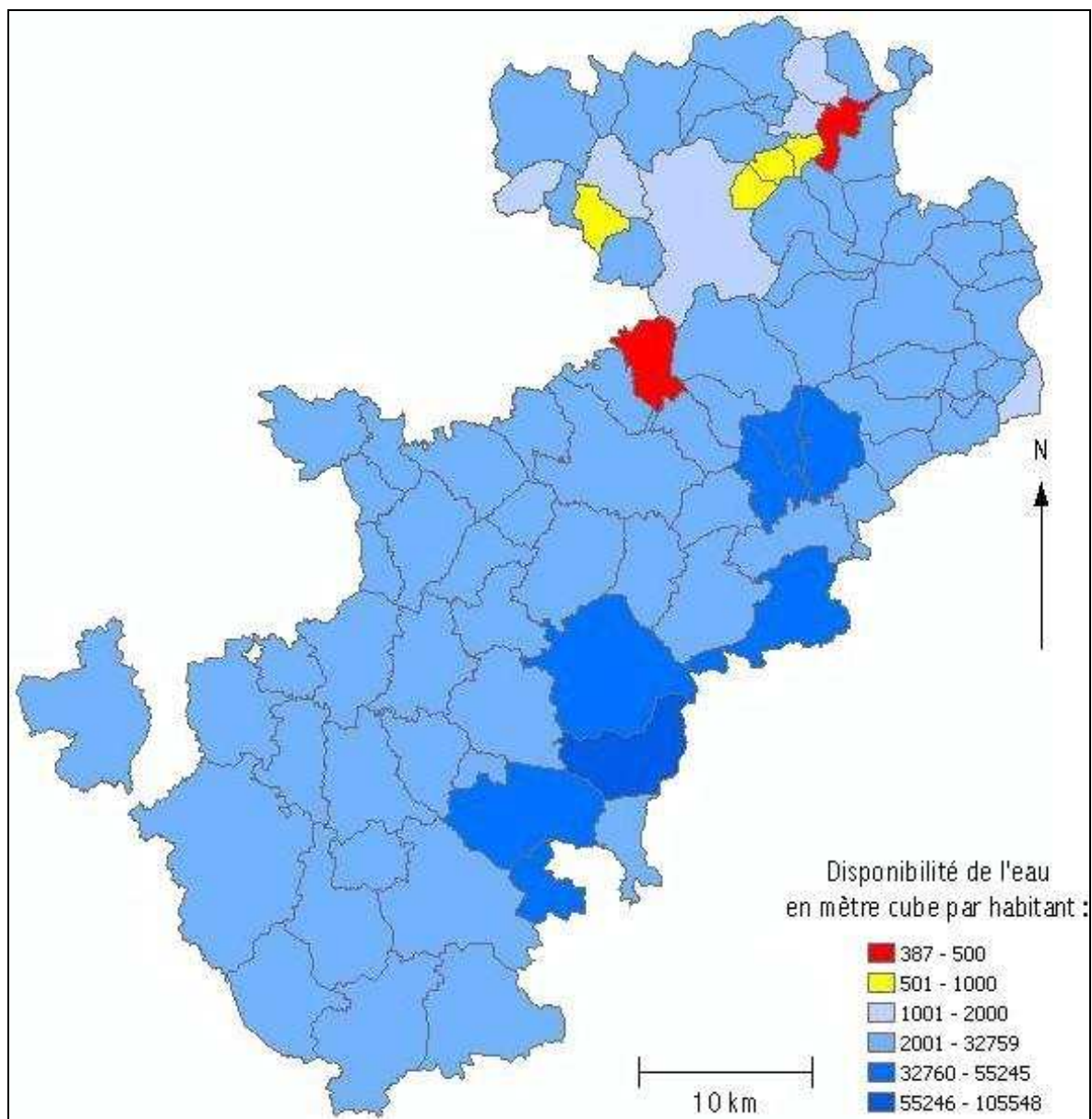


Figure 208 : La disponibilité de l'eau par habitant et par commune en m³ en 2020 dans le cas de précipitations décennales (INSTITUT NATIONAL DE LA STATISTIQUE ET DES ETUDES ECONOMIQUES, METEO-FRANCE)

Dans le cadre de précipitations décennales, il n'y a pas de modification sensible par rapport à la disponibilité en eau par habitant en situation normale (voir figure n°208 page 413). La situation est valable tant en 2006 qu'en 2020. C'est donc essentiellement la population et la superficie de la commune qui déterminent le volume d'eau disponible par habitant.

3.2 Les précipitations centennales

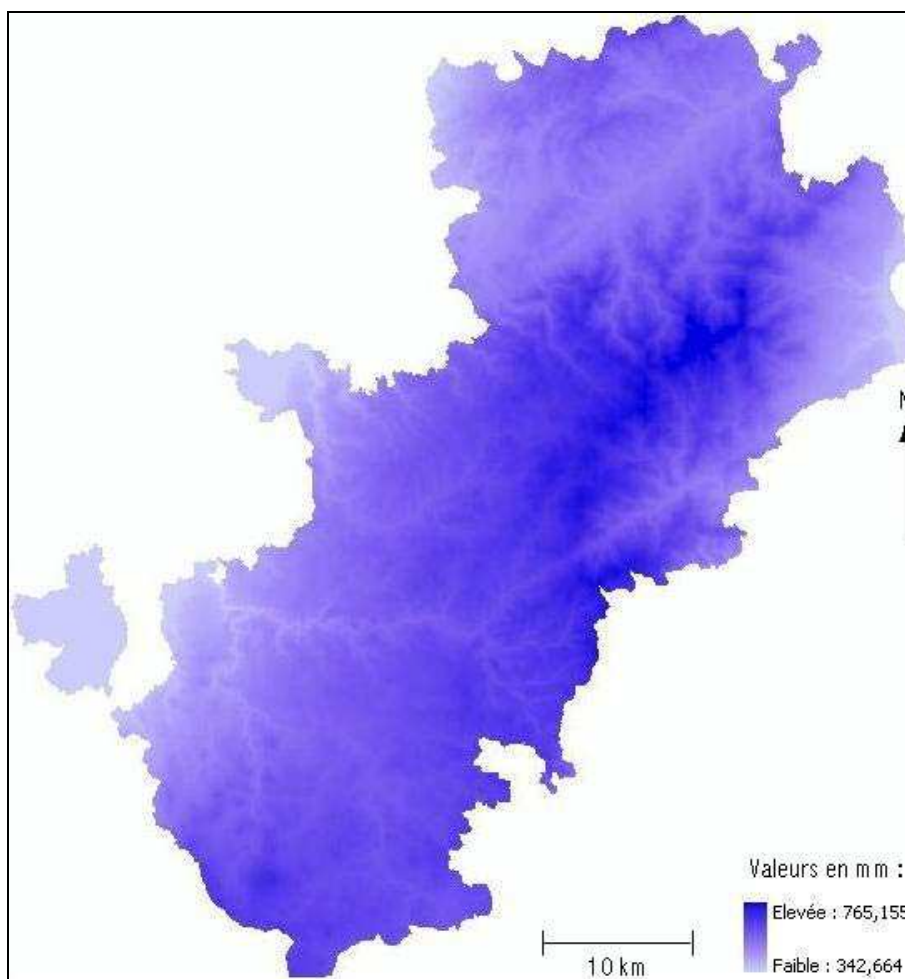


Figure 209 : Précipitations centennales sur le territoire d'étude (METEO-FRANCE)

Dans le cadre de précipitations annuelles centennales, la situation est beaucoup plus dramatique. Les précipitations augmentent avec l'altitude, mais dans tous les cas de figure, la pluviométrie est nettement insuffisante. Elle n'atteint pas 770 mm sur les surfaces sommitales, ce qui correspond habituellement à des précipitations reçues à environ 600 mètres d'altitude sur ce territoire. Comme dans le cas d'un épisode décennal, les précipitations sont aussi inférieures de moitié sur les régions aux altitudes les plus faibles (Aurec-sur-Loire, Chavanay, Retournac, Saint-Pierre-de-Bœuf, Vérin). Ce sont des totaux parfois observés en région méditerranéenne sèche. Depuis 1971, il n'y eut pas pour le moment d'année où les précipitations ont été inférieures à 350 mm.

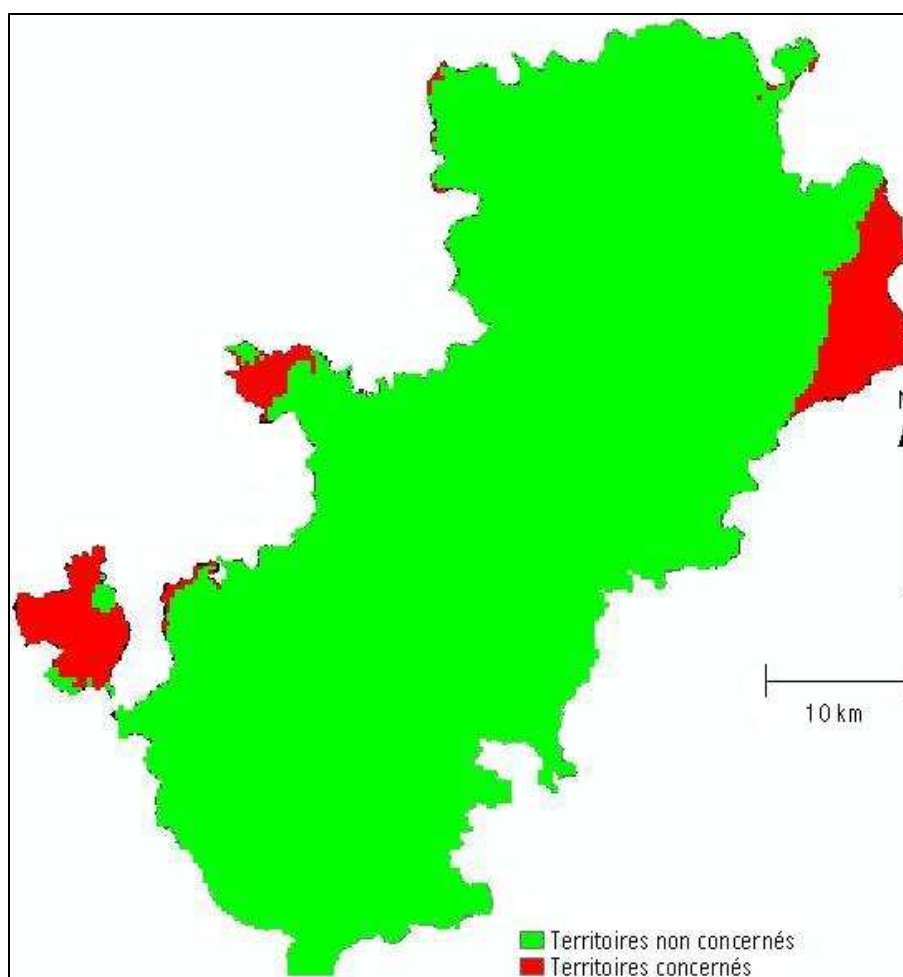


Figure 210 : Les territoires concernés par une sécheresse météorologique en cas de précipitations annuelles centennales (METEO-FRANCE)

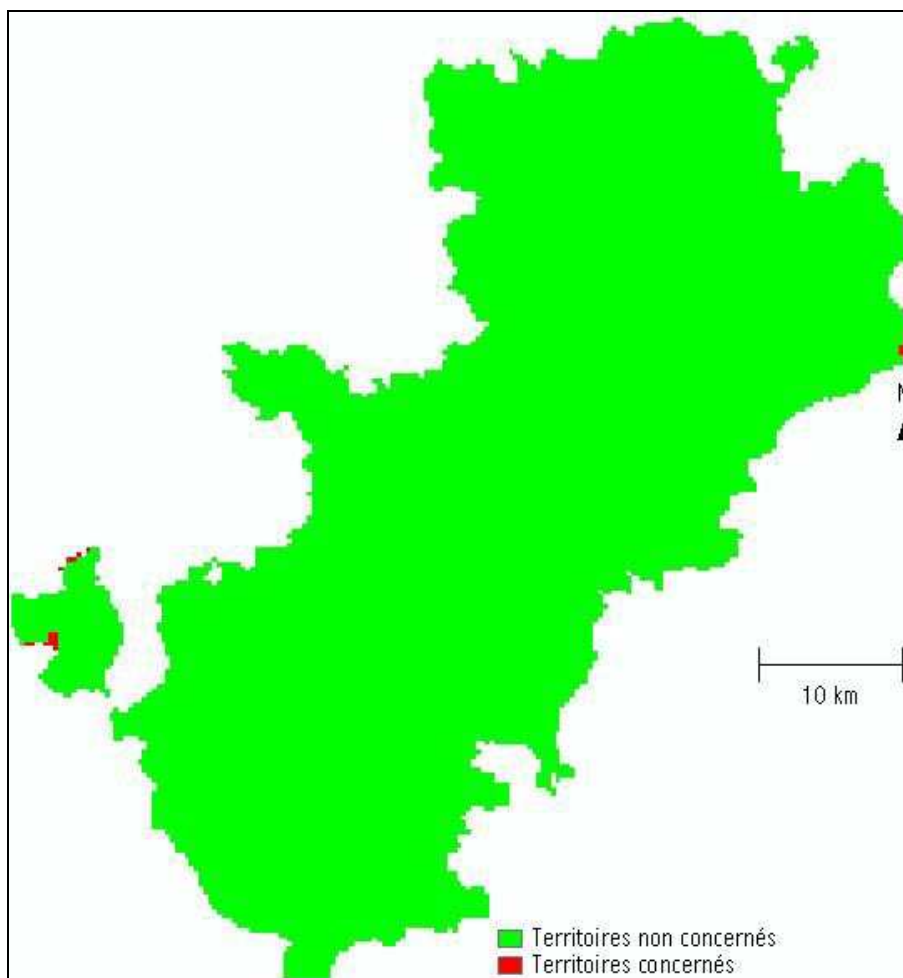


Figure 211 : Les territoires concernés par une sécheresse hydrologique en cas de précipitations annuelles centennales (METEO-FRANCE)

Dans le cas de précipitations annuelles centennales, la sécheresse ne serait pas catastrophique sur l'ensemble du territoire. Ce sont les secteurs les plus bas qui seraient touchés : Vallée de la Loire (Aurec-sur-Loire, Retournac), basse Vallée du Gier (Châteauneuf) et Vallée du Rhône (plateau pélussinois y compris). La sécheresse qui s'étend sur une ou plusieurs saisons peut être donc plus intense et plus grave qu'à l'échelle d'une année : aucune zone n'est concernée par une sécheresse pédologique ou agronomique dans le cas de précipitations centennales.

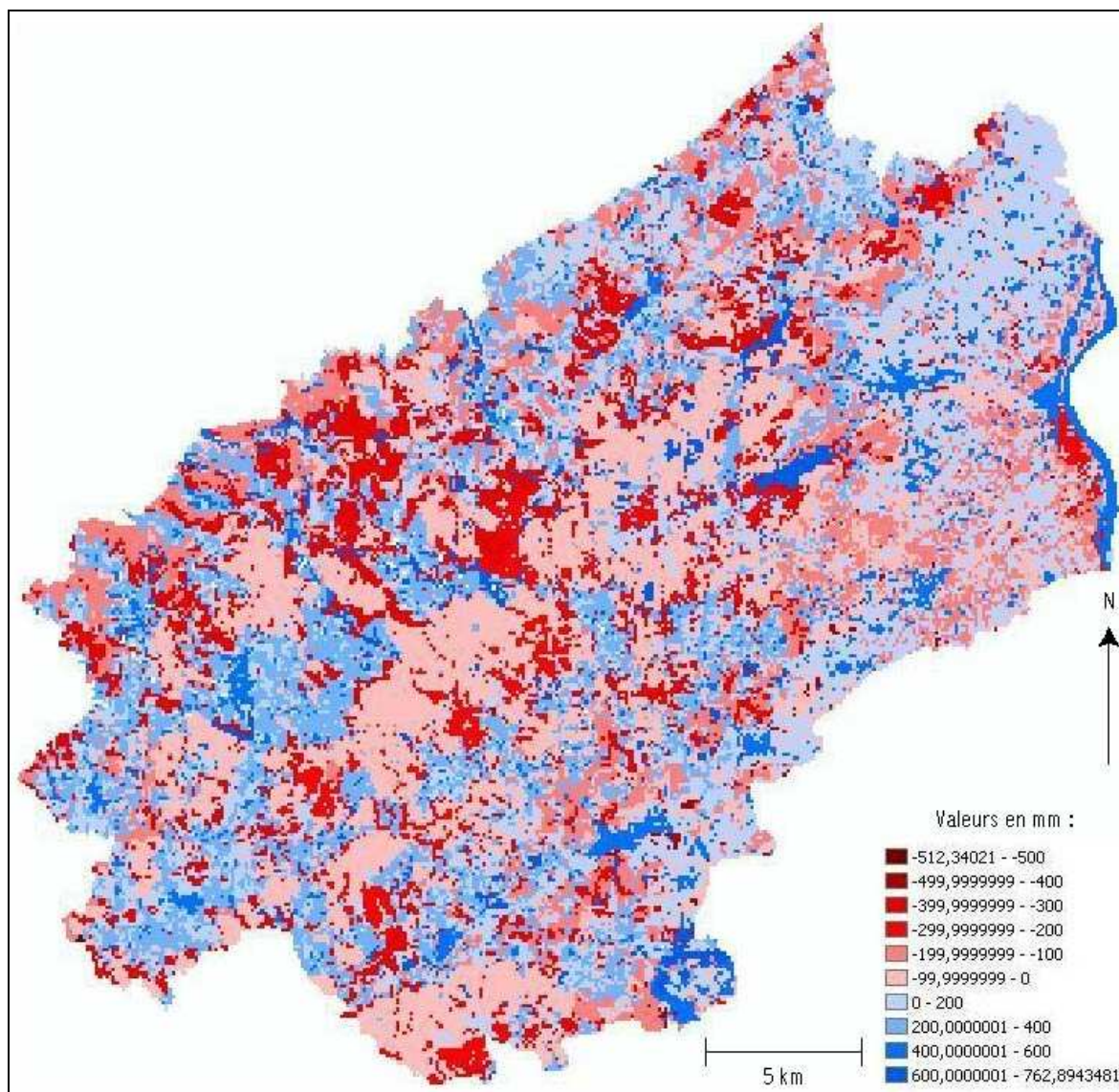


Figure 212 : Bilan comparatif entre les précipitations centennales et les besoins annuels de la végétation dans le Parc Naturel Régional du Pilat – Département de la Loire (METEO-FRANCE)

Si des précipitations annuelles centennales se produisent sur le territoire du Parc Naturel Régional du Pilat, les besoins en eau de la végétation ne seront pas satisfaits. Le déficit peut s'étendre à 512 mm. Comme dans le cas de précipitations décennales, la partie nord du massif est la plus déficitaire en eau. Les territoires du Bassin versant du Rhône et des plateaux occidentaux du Pilat sont un peu plus à l'abri.

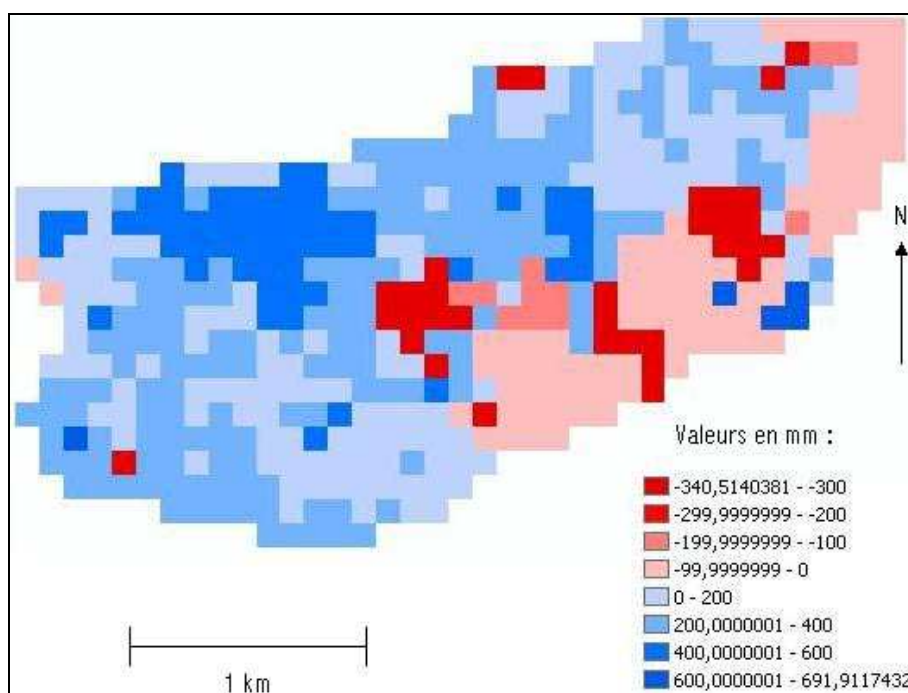


Figure 213 : Bilan comparatif entre les précipitations centennales et les besoins annuels de la végétation dans le Bassin versant de l'Ecotay au C.P.I.E. de Marlihes (METEO-FRANCE)

Le Bassin versant de l'Ecotay connaît dans ce cas une situation contrastée. Les besoins en eau des prairies et des espaces cultivés sont satisfaits. Les forêts, sur les parties les plus élevées de ce bassin versant peu vallonné, enregistrent un déficit annuel pouvant s'étendre quand même à 340 mm.

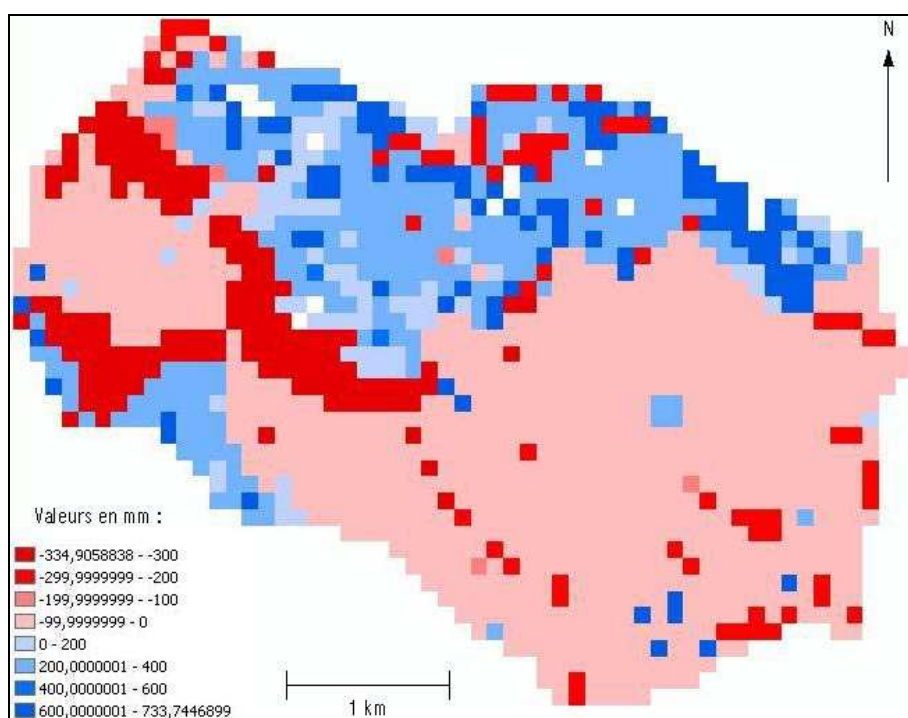


Figure 214 : Bilan comparatif entre les précipitations centennales et les besoins annuels de la végétation dans le Bassin versant du Furan au Bessat (METEO-FRANCE)

Comme pour le Bassin versant de l'Ecotay, la situation sur le Bassin versant du Furan est aussi contrastée. La situation est paradoxalement différente entre les deux rives. La rive droite, cultivée mais surtout en prairies, n'est pas déficitaire à l'exception de la ligne de crête, boisée. La rive gauche du Furan, presque entièrement boisée, connaît un déficit souvent peu important, ne dépassant pas 200 mm. C'est sur les secteurs proches du Barrage du Pas du Riot que le déficit en eau est le plus élevé, approchant 340 mm.

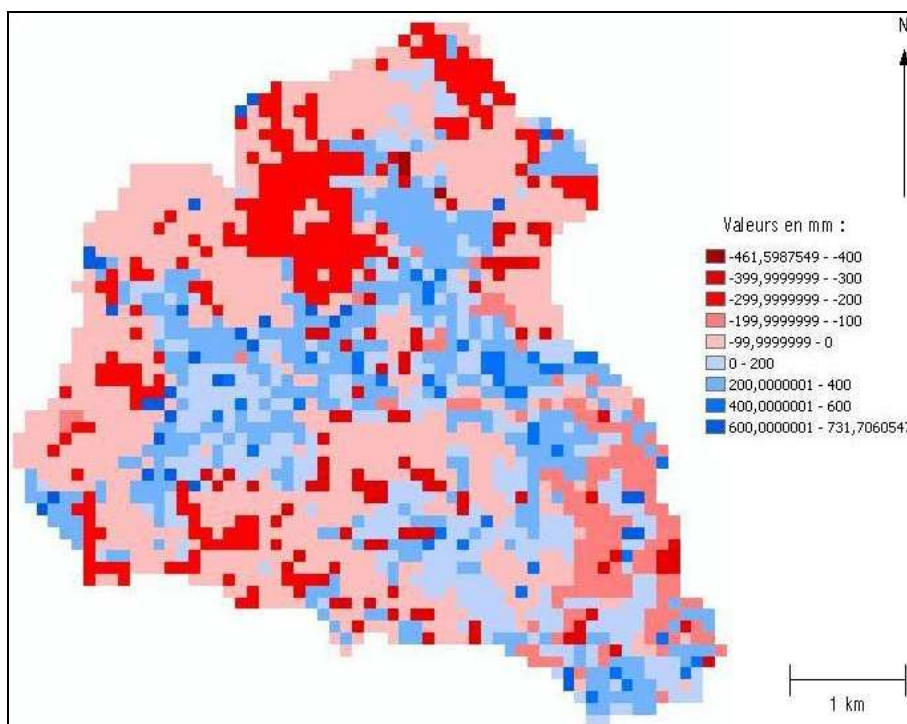


Figure 215 : Bilan comparatif entre les précipitations centennales et les besoins annuels de la végétation dans le Bassin versant du Ruisseau des Préaux à Bourg-Argental (METEO-FRANCE)

En cas de sécheresse annuelle de type centennal sur le Bassin versant du Ruisseau des Préaux, la situation est globalement déficitaire. Le déficit atteint 461 mm. Seuls les secteurs proches du cours d'eau, qui ne sont pas boisés, peuvent se satisfaire d'une pluviométrie aussi faible.

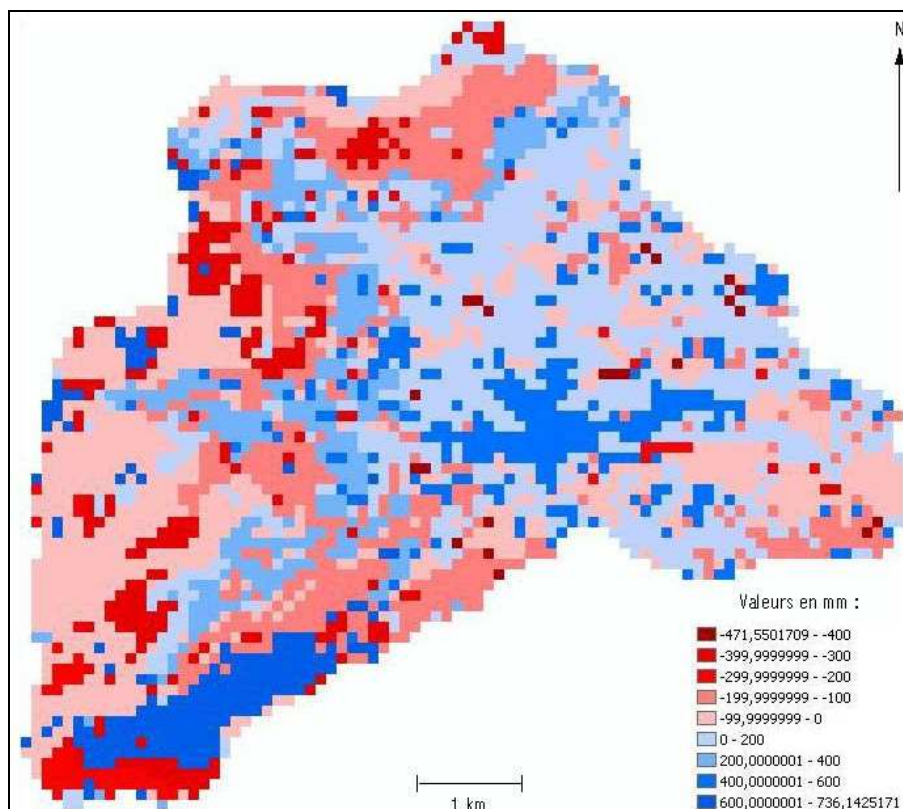


Figure 216 : Bilan comparatif entre les précipitations centennales et les besoins annuels de la végétation dans le Bassin versant de la Valencize à Chavanay (METEO-FRANCE)

Le bilan est aussi contrasté sur le Bassin versant de la Valencize. La situation est logiquement moins favorable que dans le cadre de précipitations centennales et le déficit atteint par endroits 471 mm. Le secteur de Pélussin n'est pas déficitaire. Les secteurs les plus élevés du bassin versant (de 700 à 1 370 mètres d'altitude) connaissent un manque d'eau localement important.

Nous n'avons pu réaliser ce type de bilan sur le rapport entre les précipitations décennales ou centennales et les besoins en eau de la végétation que dans le cadre du Parc Naturel Régional du Pilat. Une carte de la végétation très précise a en effet été établie par les membres du Conservatoire Botanique du Massif Central en 2003. Pour le reste du territoire d'étude, nous n'avons pas à notre disposition un tel document. Plusieurs conclusions peuvent être établies :

- les épisodes de sécheresse de type décennal peuvent être compensés sur plusieurs années ou au cours d'une même année, au contraire des épisodes de sécheresse de type centennal
- dans le cas de précipitations décennales, les bilans à l'échelle du Parc Naturel Régional du Pilat et des quatre bassins versants étudiés sont globalement excédentaires
- dans le cas de précipitations centennales, les bilans sont globalement déficitaires

Quatrième partie : Des périodes de crise, les périodes de sécheresse

- les forêts sont beaucoup plus sensibles aux épisodes de sécheresse décennale ou centennale, car les besoins en eau de ce type de végétation sont assez élevés (ils sont généralement au-delà de 750 mm par an). Les forêts ne sont pas l'apanage des espaces d'altitude, comme sur la partie nord du Massif du Pilat. A l'échelle de plusieurs années, les espaces boisés sont moins sensibles aux variations annuelles, car ils ne sont pas tributaires d'une seule saison végétative, au contraire des cultures annuelles.

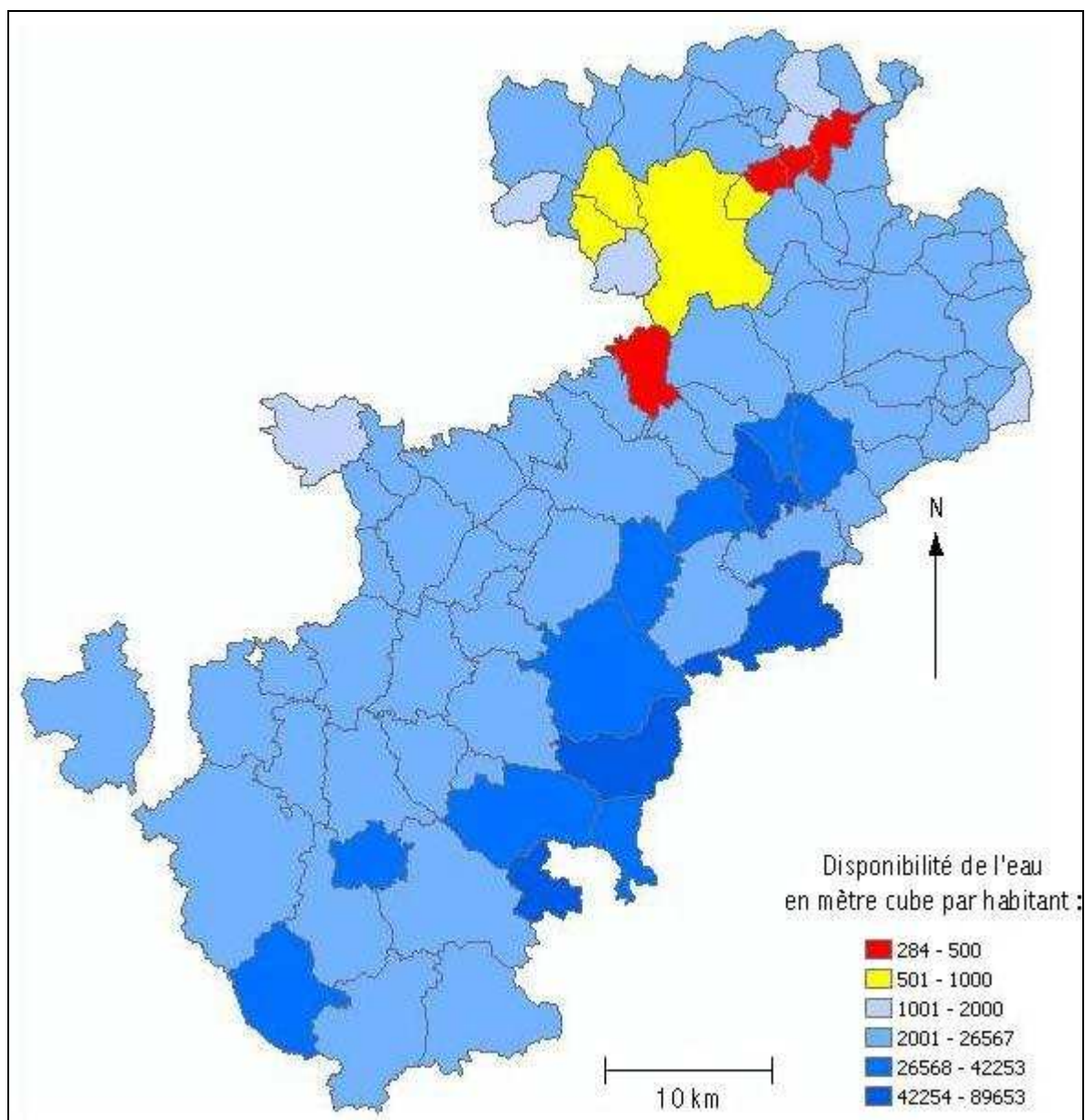


Figure 217 : La disponibilité de l'eau par habitant et par commune en m³ en 2006 dans le cas de précipitations centennales (INSTITUT NATIONAL DE LA STATISTIQUE ET DES ETUDES ECONOMIQUES, METEO-FRANCE)

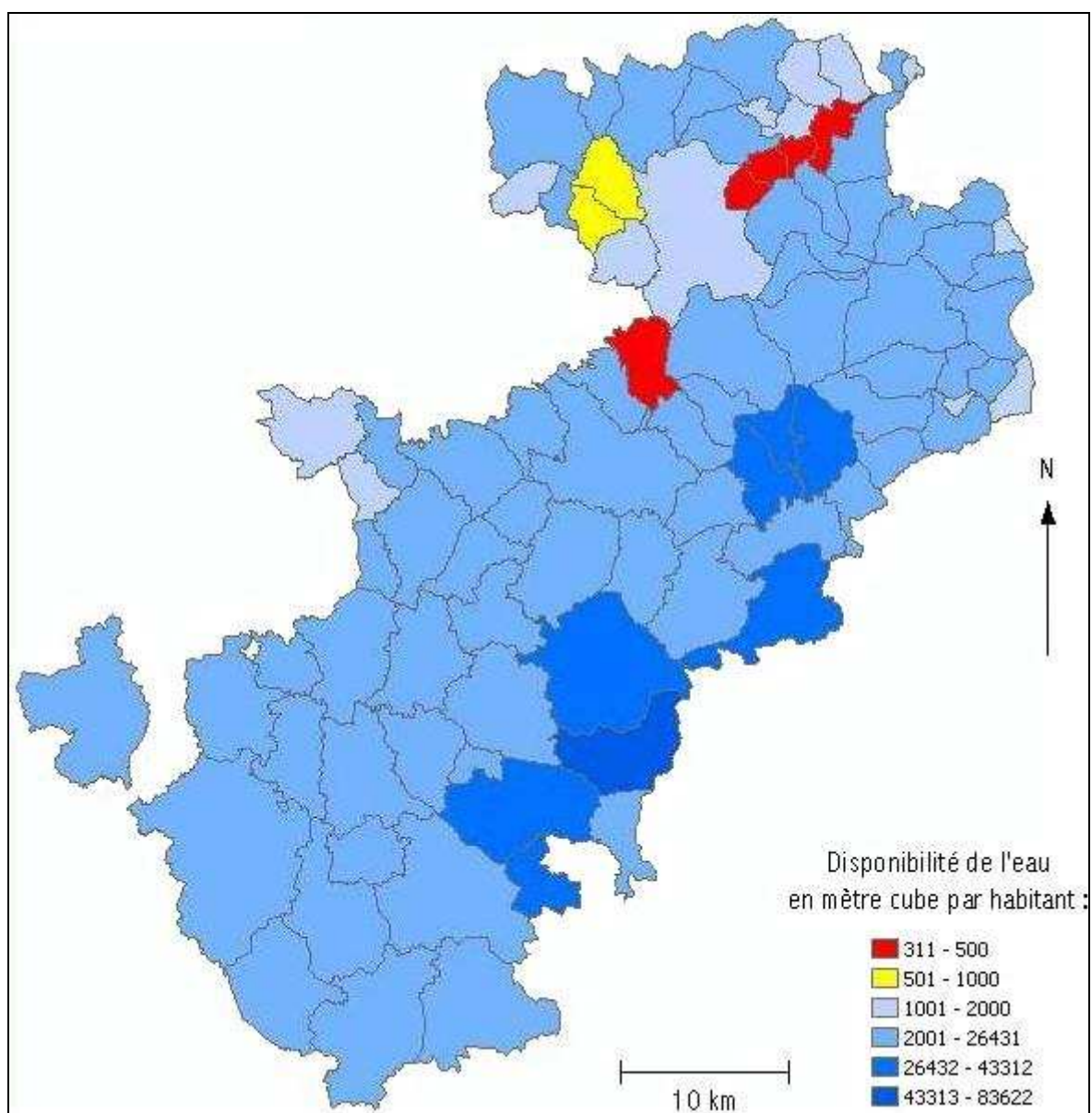


Figure 218 : La disponibilité de l'eau par habitant et par commune en m³ en 2020 dans le cas de précipitations centennales (INSTITUT NATIONAL DE LA STATISTIQUE ET DES ETUDES ECONOMIQUES, METEO-FRANCE)

Il faut relever des précipitations centennales pour observer un impact de l'altitude sur la disponibilité de la ressource en eau. En 2020, la Vallée du Gier, comme à l'heure actuelle, serait concernée par une pénurie en eau en cas de précipitations annuelles très insuffisantes. Certaines communes de la Vallée de la Loire (Aurec-sur-Loire, Pont-Salomon) et de la Vallée du Rhône (Lupé, Saint-Pierre-de-Bœuf, Vérin) seraient proches du seuil de pauvreté en eau.

Les épisodes de sécheresse ont démontré qu'ils pouvaient sérieusement mettre à mal la ressource en eau, du moins localement. Les mesures prises par les pouvoirs publics n'ont pu que retarder l'échéance, limiter l'impact d'une sécheresse à défaut de le contrer. Le fait que les mesures soient prises sur un territoire administratif déconnecte en quelque sorte les besoins en eau de la réalité : le territoire du bassin versant et donc de l'écoulement de l'eau ne correspond pas à ces limites administratives. Les réseaux d'alimentation en eau potable sont aussi transversaux, fort heureusement, entre plusieurs collectivités. Si ce n'était pas le cas, il n'y aurait aucun autre moyen que le transport par camion-citerne, comme sur les communes d'altitude. Malgré cela, le fait que les mesures soient prises à des échelles différentes (Union Européenne, nation, département, commune) et qu'elles soient complémentaires est fondamental. Il faut par la suite pouvoir évaluer leur efficacité par le biais de mesures sur les réservoirs et de contrôles.

La limitation des impacts de la sécheresse passe par une prise de conscience plus importante de la population que la ressource en eau n'est pas inépuisable. Les opérations de sensibilisation ont lieu dès la plus tendre enfance mais elles devraient pouvoir s'étendre à tout âge. Elles devraient être aussi l'apanage des distributeurs de l'eau potable qui ne seraient plus simplement vus comme des simples fournisseurs de services en échange de rétributions par le passé parfois contestées. Les nombreux outils dont les autorités disposent aujourd'hui (bilans de situations hydrologiques, niveaux des nappes et des barrages réservoirs, réseaux d'adduction en eau et d'assainissement informatisés) permettent de déterminer très précisément les niveaux d'occurrence de la sécheresse et les possibilités d'intervention.

Grâce aux relevés effectués par les services sanitaires et sociaux sur le réseau d'alimentation en eau potable, nous avons pu constater que la qualité de l'eau s'était dégradée, certes dans des proportions limitées, au cours de l'épisode de sécheresse 2003. Cela signifie probablement que la qualité des cours d'eau a été moins bonne au cours de cet épisode, notamment en été. La dégradation de la qualité est-elle uniquement le fait de sécheresses sur le territoire d'étude ? Les cours d'eau sont-ils affectés par d'autres sources de dégradation ?

Cinquième partie : Quelle est la qualité des cours d'eau ?

La question de la qualité de l'eau des cours d'eau n'est probablement pas le paragraphe majeur de notre étude. Toutefois, il apparaît difficile d'évoquer la gestion de la ressource en eau sans se préoccuper de l'état des cours d'eau qui s'écoulent à travers l'ensemble du territoire. La qualité de l'eau est le reflet de la préoccupation du développement durable sur un territoire déterminé. Elle permet aussi de démontrer les conditions de vie dans lequel les populations de ces cours d'eau se développent. Elle pose la question de la nécessité du « bon état écologique » tel qu'il est défini par la Directive Cadre sur l'Eau. Enfin, la qualité fait partie intégrante du domaine de l'éducation à l'environnement et des aspects paysagers, propres à la ressource en eau, surtout si les collectivités souhaitent de plus en plus développer des parcours urbains à proximité des cours d'eau.

Compte tenu des données disponibles et des moyens limités que nous y avons consacrés, cette étude sur la qualité des cours d'eau ne prend pas en compte les volumes contaminés mais s'appuie essentiellement sur les secteurs à enjeux. Pour déterminer les volumes, il aurait fallu disposer d'instruments de mesure très bien répartis sur l'ensemble des cours d'eau et pouvant apporter des résultats permanents. Nous aurions pu ainsi déterminer un rapport entre la qualité de l'eau, la turbidité de l'eau, la nature de la pollution, la période, le volume d'eau contaminé et la distance de pollution. Ceci est coûteux et pourrait faire l'objet d'une étude beaucoup plus approfondie.

Les sources d'information sur la qualité des eaux sont très diverses. La qualité des eaux des cours d'eau du Massif du Pilat a été étudiée dès 1975 par la S.R.A.E. Dès 1975, les sources de pollution de l'eau en milieu rural sont connues et ciblées : agriculture, industries, notamment du bois et de l'agro-alimentaire sont particulièrement visées.

Les premières études que nous avons recensées depuis 1976 sont celles de M. GOUTTE sur la qualité des eaux de la Semène en 1977 (Université Claude-Bernard Lyon I). Le Laboratoire de Biologie Animale de l'Université Jean-Monnet de Saint-Etienne a ensuite poursuivi les relevés de qualité de l'eau sur le territoire du P.N.R. du Pilat.

Cinquième partie : Quelle est la qualité des cours d'eau ?

Aujourd'hui, face à la demande de connaissances scientifiques à ce sujet et aux exigences posées par la Loi sur l'Eau et par la Directive Cadre sur l'Eau, plusieurs organismes sont chargés des relevés annuels selon un calendrier de mieux en mieux organisé : le Conseil Général, la Direction Départementale de l'Equipement, l'O.N.E.M.A., le Réseau National de Bassin.

Les études de qualité réalisées sur les cours d'eau sont de deux types : physico-chimiques et hydrobiologiques. Les critères physico-chimiques regroupent plusieurs paramètres recherchés :

- Matières Organiques et OXYdables ou (MOOX)
- Matières Azotées (AZOT)
- Nitrates (NITR)
- Matières Phosphorées (PHOS)

Les critères hydrobiologiques regroupent d'autres paramètres :

- Effets des Proliférations Végétales (EPRV)
- Indice Biologique Global Normalisé (IBGN)
- Indice Biologique Diatomique (IBD)

Nous ne disposons pas de toutes les données nécessaires pour nous intéresser aux critères hydrobiologiques. Nous nous sommes appuyés sur les analyses disponibles auprès des Agences de l'Eau Rhône-Méditerranée et Corse et Loire-Bretagne. Nous avons choisi de montrer un état des lieux de la qualité de l'eau à un moment donné, en 2000 et en 2005. Il s'agit d'apporter une réflexion d'ensemble sur la qualité des cours d'eau, sur leur évolution, et d'émettre une hypothèse sur l'origine des éventuelles pollutions. Pour pouvoir la déterminer avec plus de précisions, il faudrait réaliser un traçage isotopique à partir des sédiments présents dans les cours d'eau affectés par tel ou tel type de pollution.

Nous avons aussi pu nous appuyer sur les analyses disponibles auprès des Conseils Généraux. Nous l'avons fait pour montrer l'état des lieux au cours de l'année 2003, soumise à des extrêmes hydrologiques importants (sécheresse de mars à septembre, fortes précipitations les 2 et 3 décembre). Les données de synthèse ne sont disponibles que pour le Département de la Loire.

La troisième approche de la qualité de l'eau est plus historique et plus proche du cours d'eau. Nous avons retracé, à l'aide des articles de presse, les principaux problèmes de pollution ponctuels qui ont été relevés sur les cours d'eau du territoire d'étude depuis 1976. L'objectif est de démontrer quels étaient les secteurs les plus affectés sur les cours

Cinquième partie : Quelle est la qualité des cours d'eau ?

d'eau, et quels types de pollutions étaient en cause. Au-delà de la détermination des sources de pollution, qui peuvent être nombreuses, il s'agit d'apporter des éléments de réflexion sur les possibilités de lutter contre ces types de pollution. Ces événements sont présentés comme des incidents ou accidents mais lorsqu'ils se produisent fréquemment comme c'est le cas sur certains cours d'eau, il ne peut s'agir d'un accident mais bien d'un risque qui mérite d'être considéré et étudié.

Chapitre 1 : Les relevés de qualité sur l'ensemble du territoire étudié

En 1971, la Loire était en classe 2 (qualité moyenne) de la limite de la Haute-Loire au Pont de Saint-Just-Saint-Rambert. En 1977, les cours d'eau du Massif du Pilat étaient d'assez bonne qualité, mais leur qualité se dégradait rapidement aux abords des premières agglomérations. Le S.D.A.G.E. Loire-Bretagne préconisait en 1996 une qualité des eaux sur le Bassin versant de la Loire jamais inférieure à une classe 3 (médiocre). En 1990, le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement et les Agences de l'Eau ont instauré le Système d'Evaluation de la Qualité de l'Eau (les indices SEQ-Eau). Les classes de qualité du cours d'eau sont déterminées à partir du niveau d'altération des paramètres hydrobiologiques. Nous présentons dans les documents suivants les paramètres les plus fréquemment mesurés en 2000 et en 2005.

D'après le P.D.P.G. du Département de la Loire, daté de 1999, les cours d'eau de meilleure qualité dans le Département de la Loire étaient situés dans les Monts du Forez et le Massif du Pilat. Pour le Pilat, il s'agissait de la Déôme et de ses affluents, de la Valencize et de son affluent principal, le Régrillon. La même année, F. BERAUD, Président de la F.D.P.P.M.A. de la Loire, a déclaré : « *Le plan départemental de gestion piscicole est clair : près de 60 % des atteintes au milieu et aux poissons sont liées à la dégradation de la qualité des eaux. [...] Il y a aussi le problème de baisse des débits. [...] Les qualités de rejets s'améliorent mais les débits des cours d'eau s'amenuisent (suite aux captages et pompages d'eau).* » Cette Fédération a établi un diagnostic de l'état de la qualité des cours d'eau du département. L'opération est renouvelée chaque année avec le soutien du Conseil Général de la Loire. Le 5 juillet 2005, la convention de suivi de la qualité des eaux a été signée entre M. CHARTIER, vice-Président du Conseil Général de la Loire et G. DUTEL, Président de la F.D.P.P.M.A. de la Loire. Le Conseil Général de la Haute-Loire a aussi développé le suivi de la qualité des eaux de la Haute-Loire, en lien avec la F.D.P.P.M.A. Les résultats sont disponibles sur le site <http://www.ode43.fr/>

1.1 La situation actuelle : la qualité physico-chimique des cours d'eau

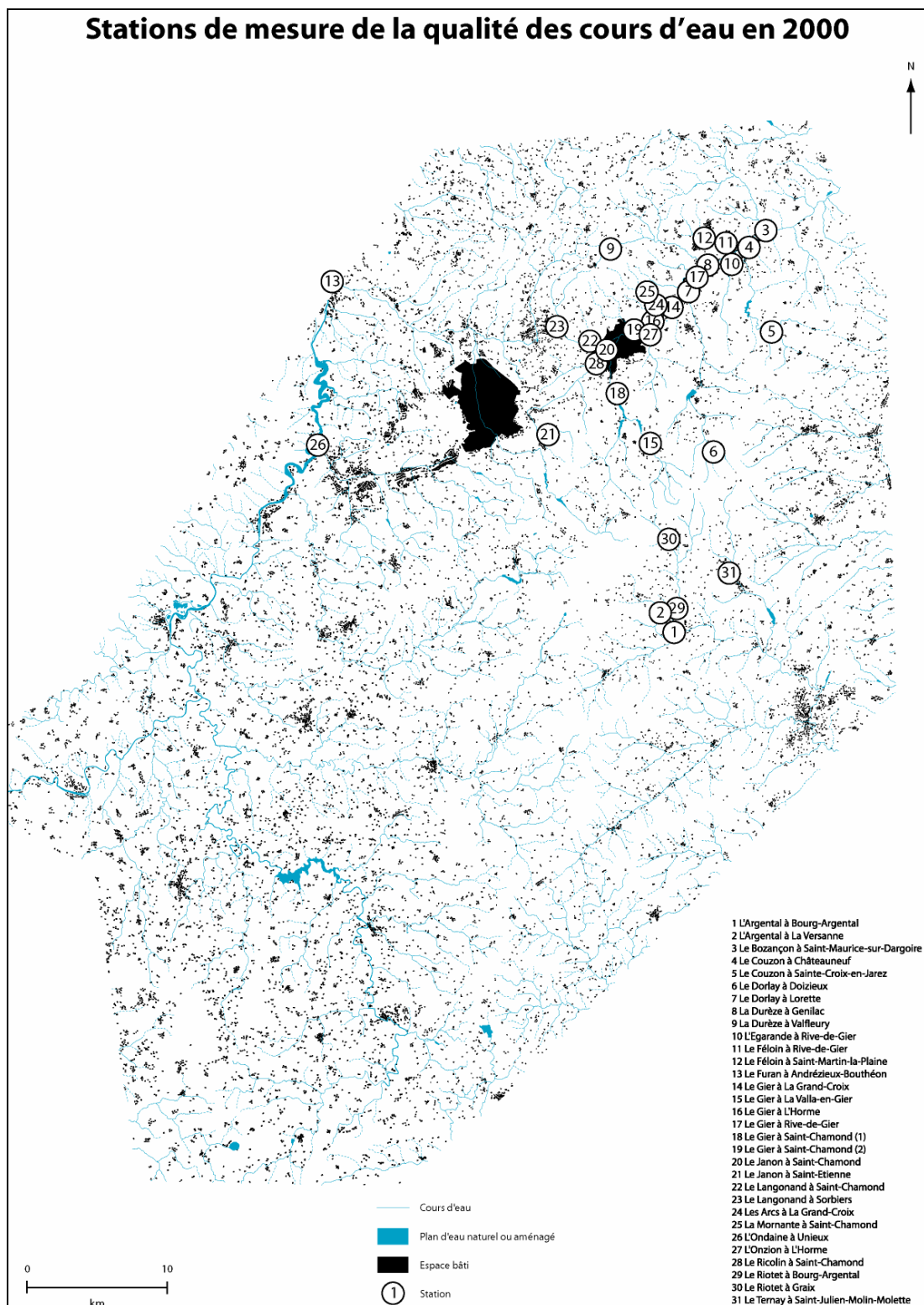


Figure 219 : Stations de mesure de la qualité des cours d'eau en 2000 (AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE ET AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANEE ET CORSE)

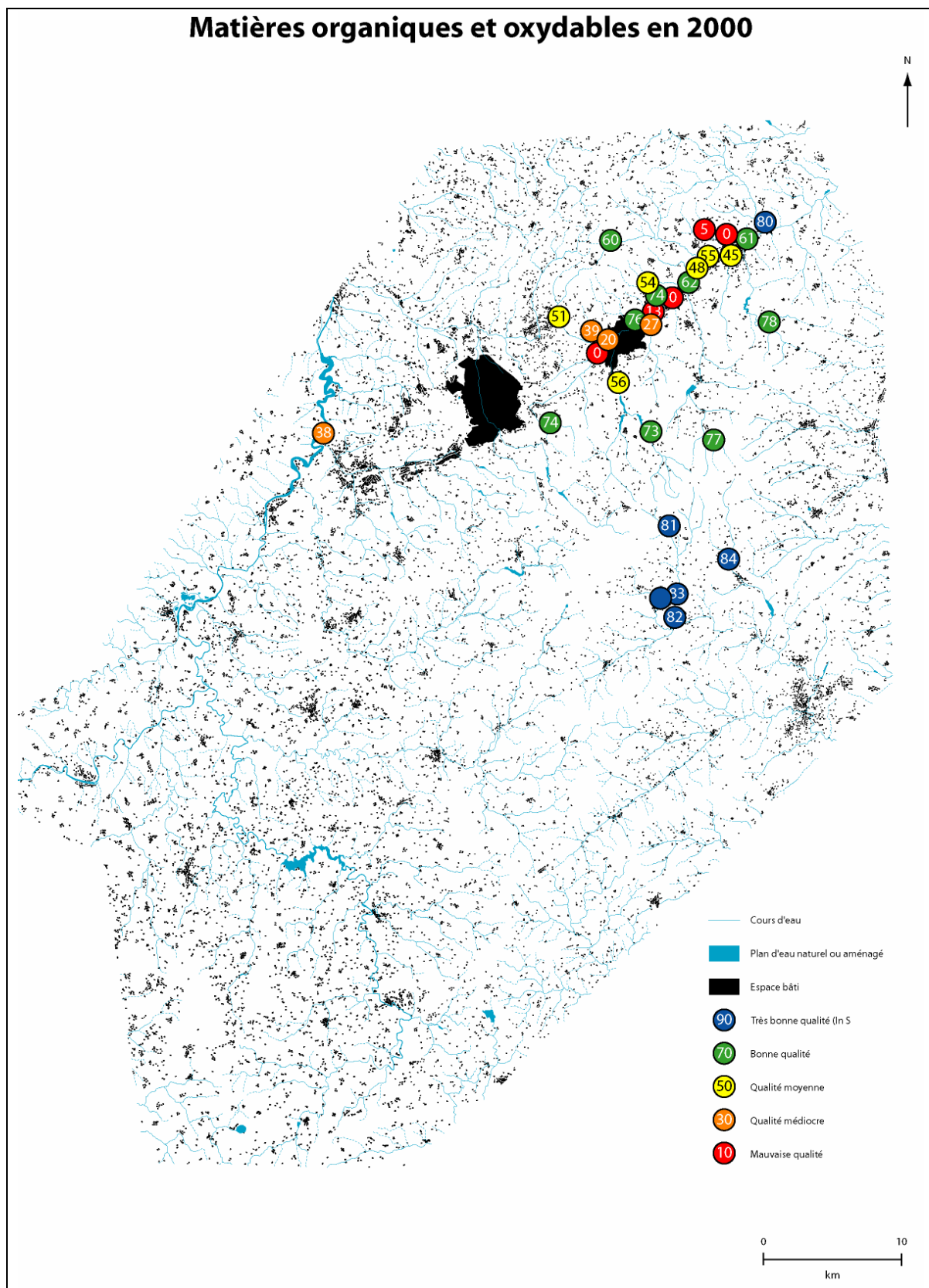


Figure 220 : Matières organiques et oxydables en 2000 (AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE, AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANEE ET CORSE)

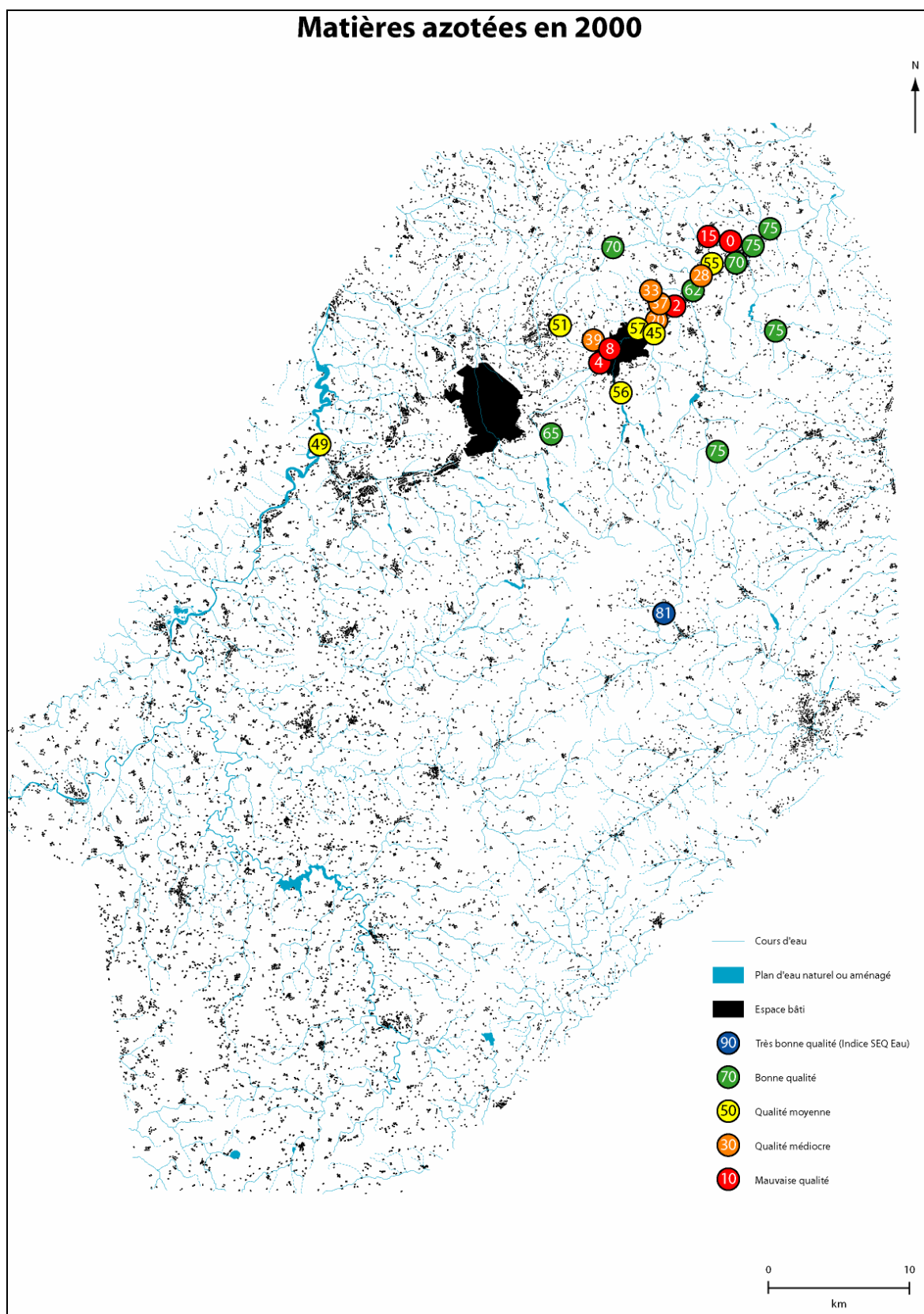


Figure 221 : Matières azotées en 2000 (AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE ET AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANEE ET CORSE)

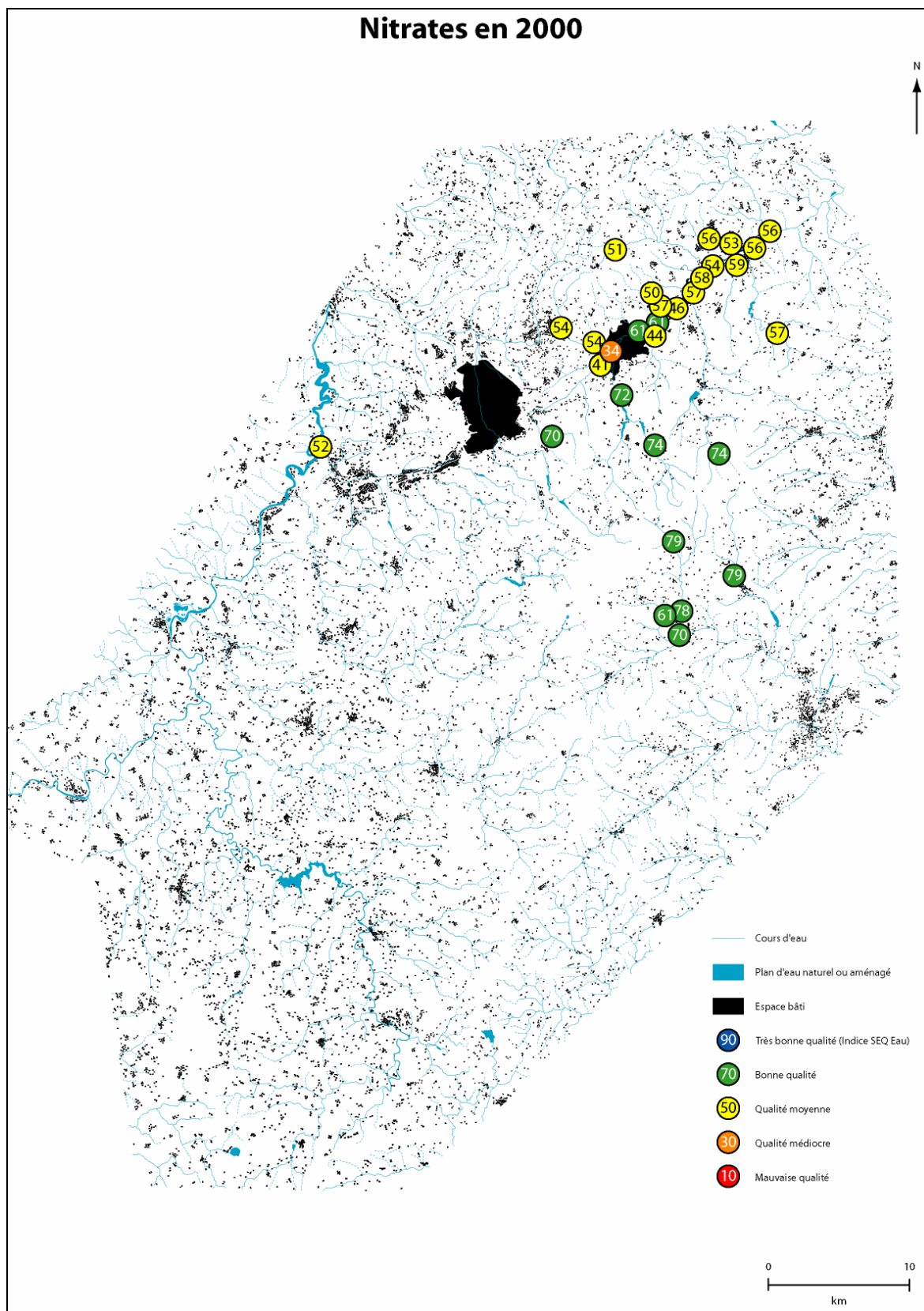


Figure 222 : Nitrates en 2000 (AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE ET AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANEE ET CORSE)

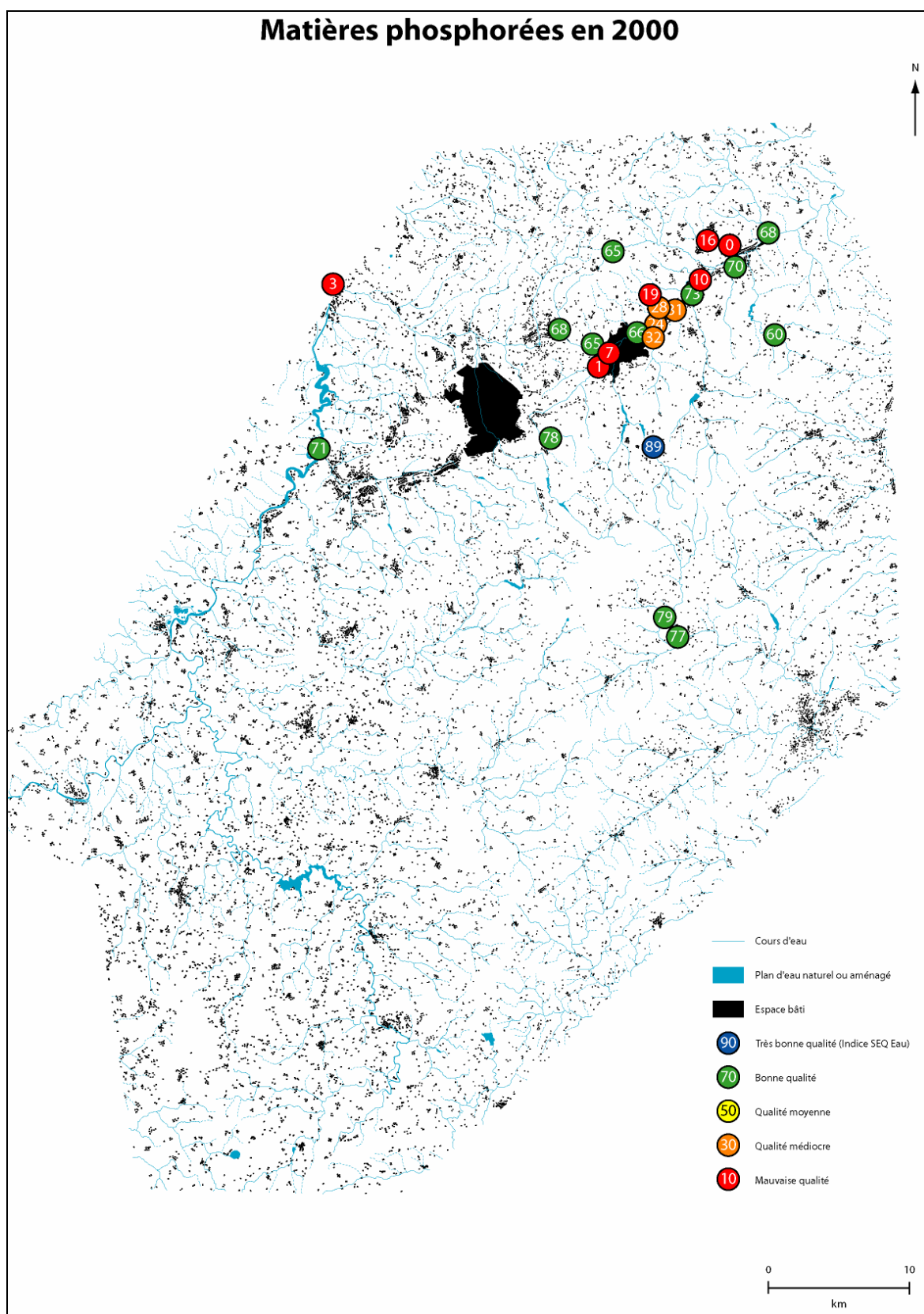


Figure 223 : Matières phosphorées en 2000 (AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE ET AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANEE ET CORSE)

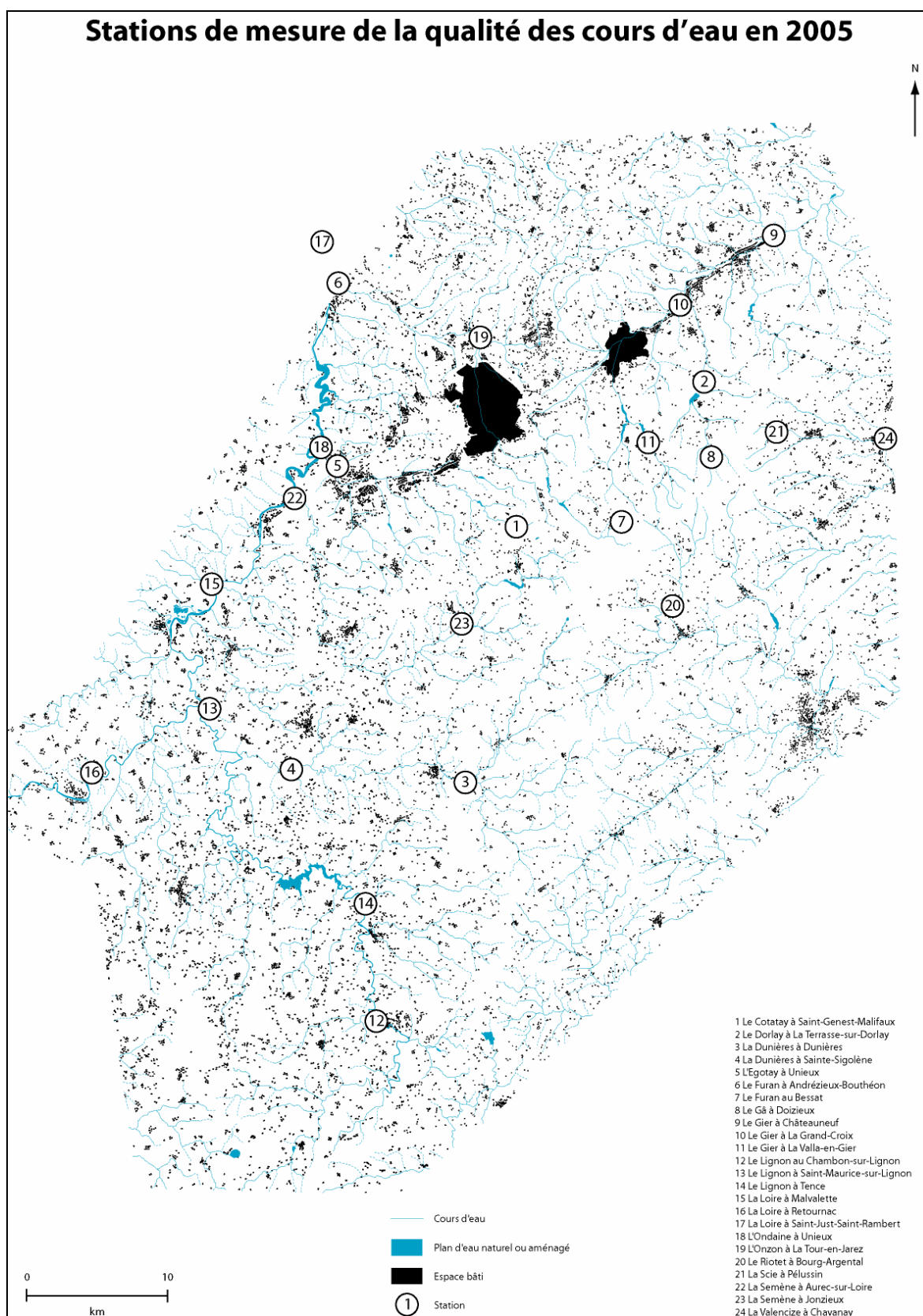


Figure 224 : Stations de mesure de la qualité des cours d'eau en 2005 (AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE ET AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANEE ET CORSE)

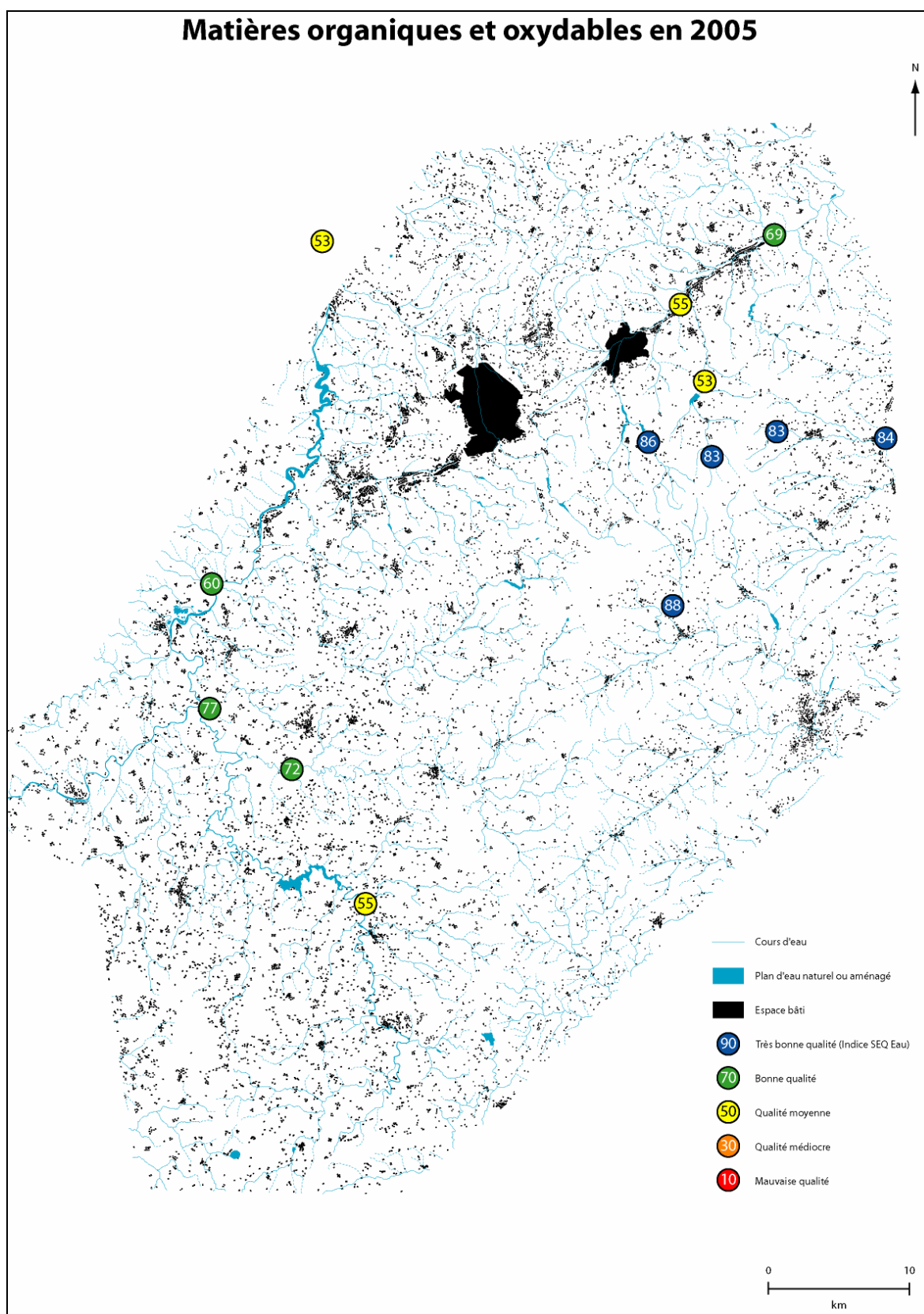


Figure 225 : Matières organiques et oxydables en 2005 (AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE ET AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANEE ET CORSE)

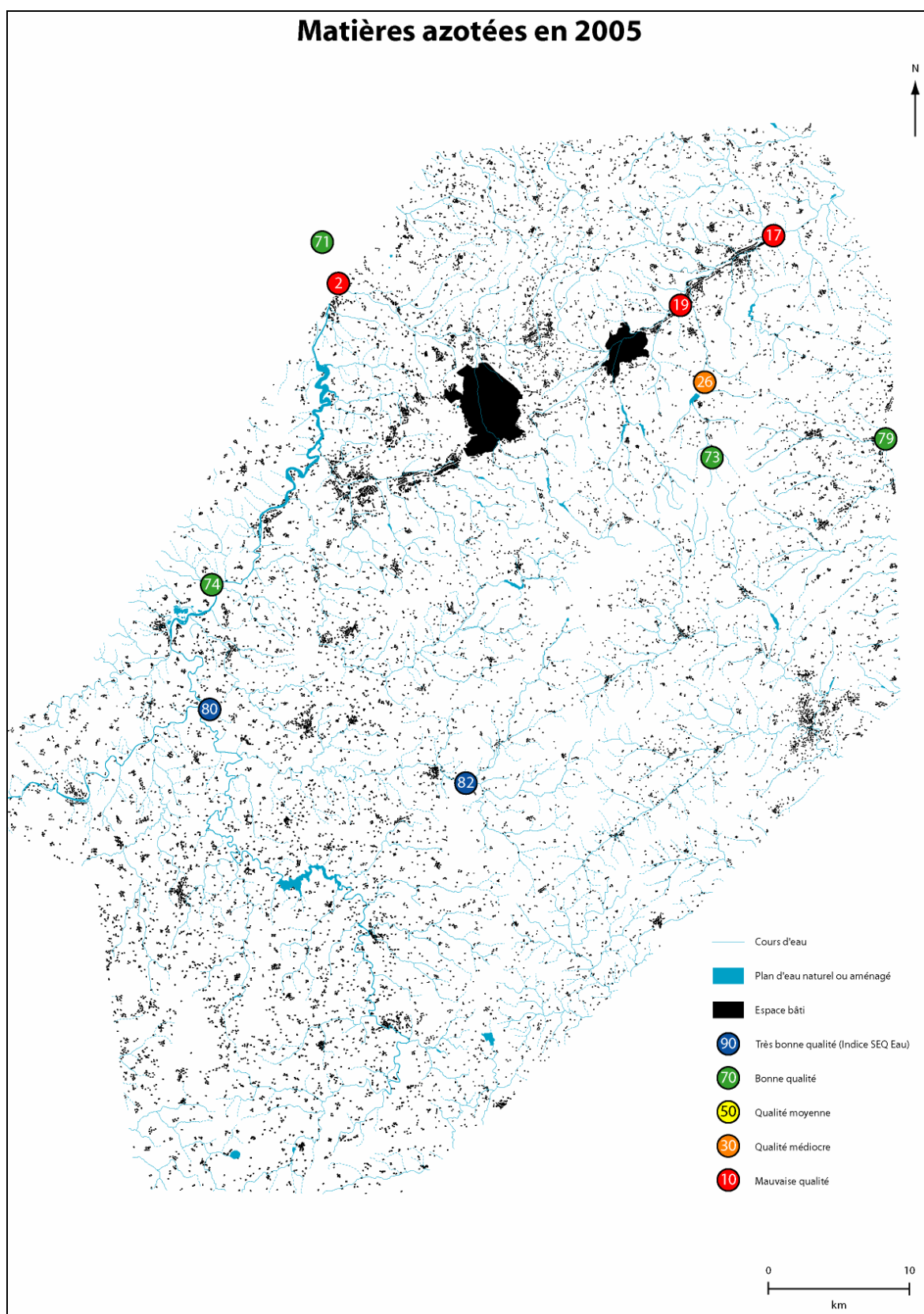


Figure 226 : Matières azotées en 2005 (AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE ET AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANEE ET CORSE)

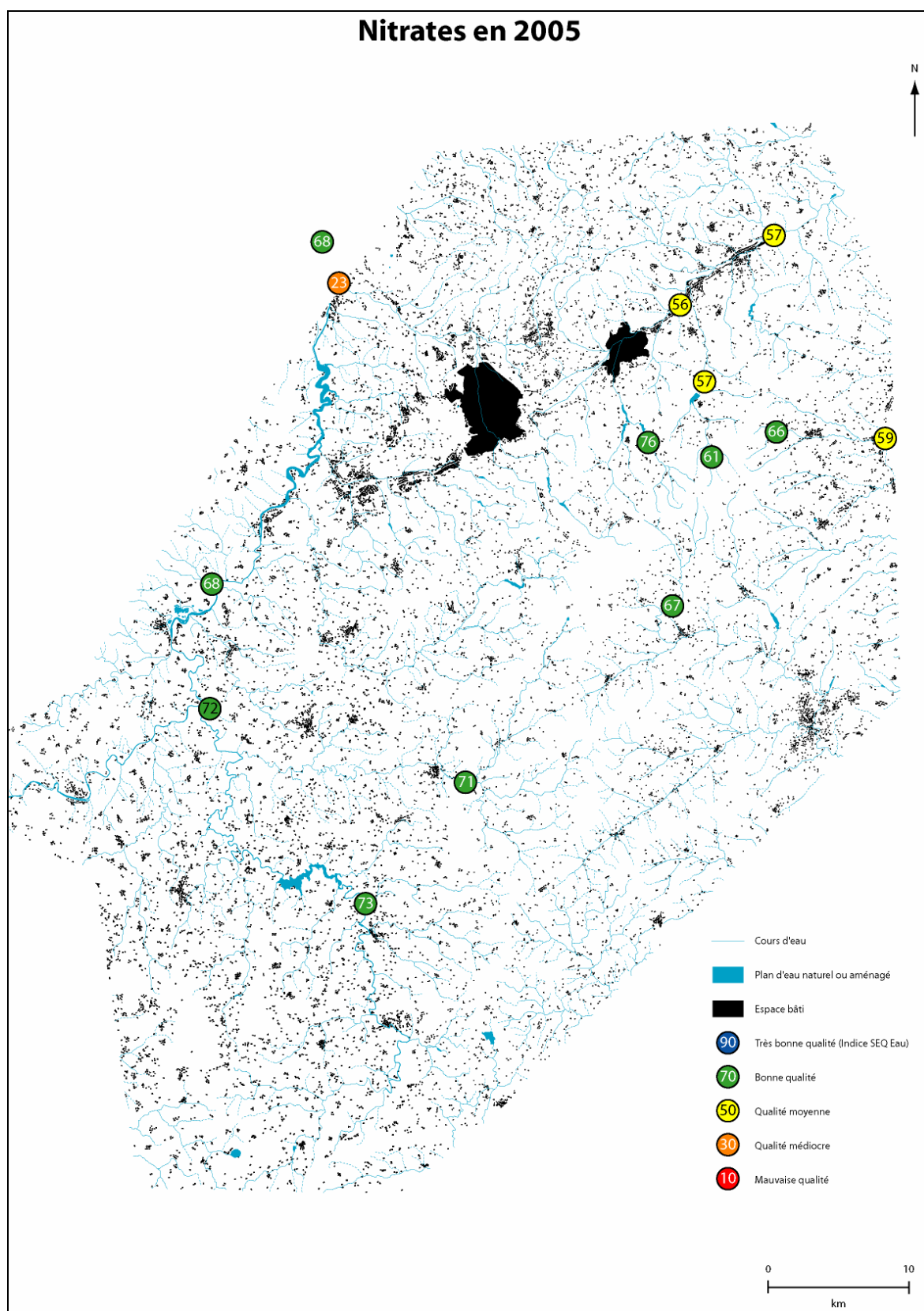


Figure 227 : Nitrates en 2005 (AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE ET AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANEE ET CORSE)

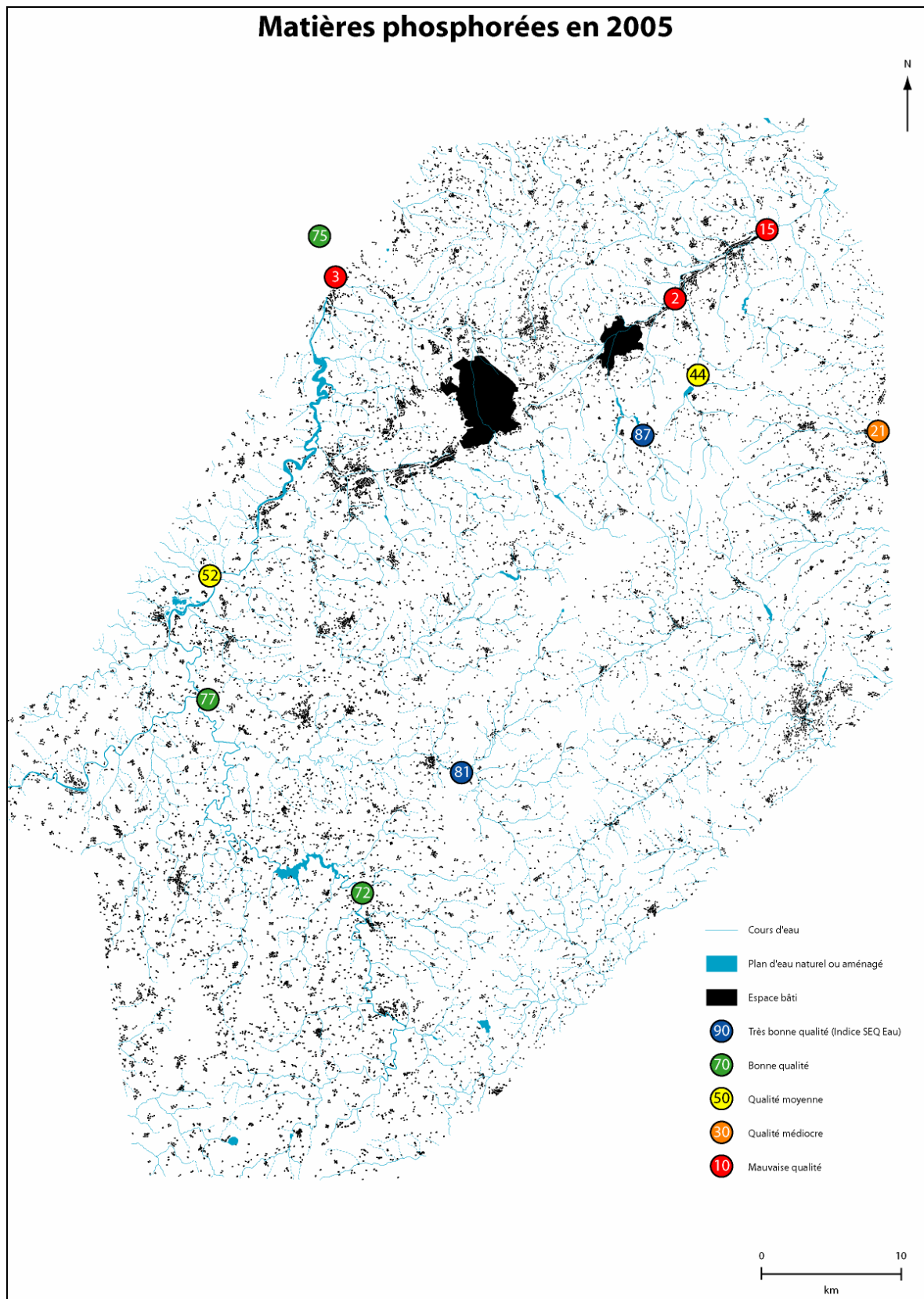


Figure 228 : Matières phosphorées en 2005 (AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE ET AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANEE ET CORSE)

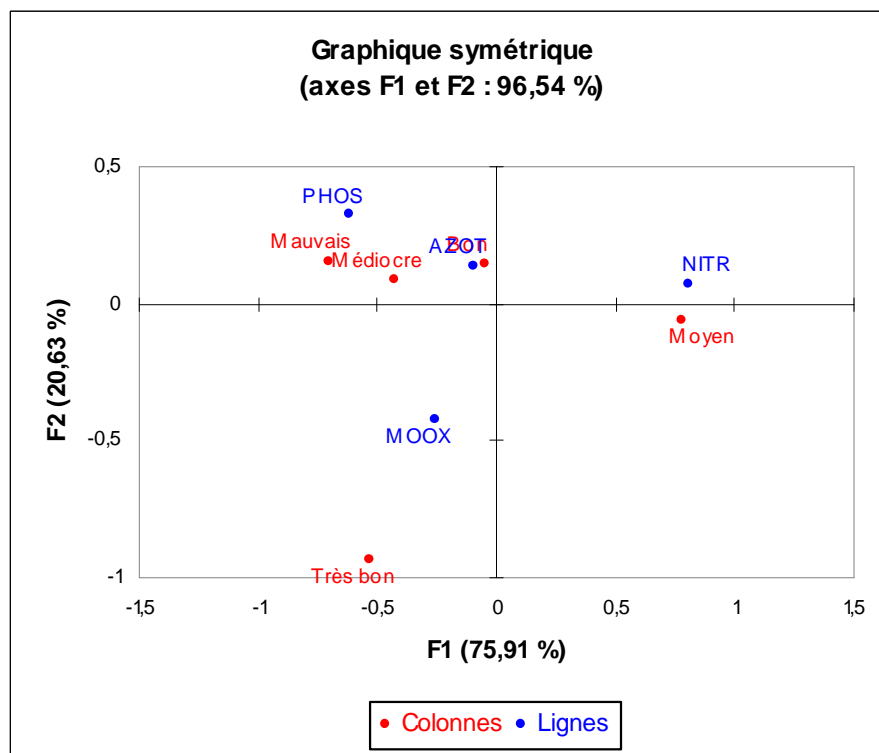


Figure 229 : Analyse Factorielle des Correspondances - Qualité des cours d'eau en 2000 (AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE, AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANEE ET CORSE)

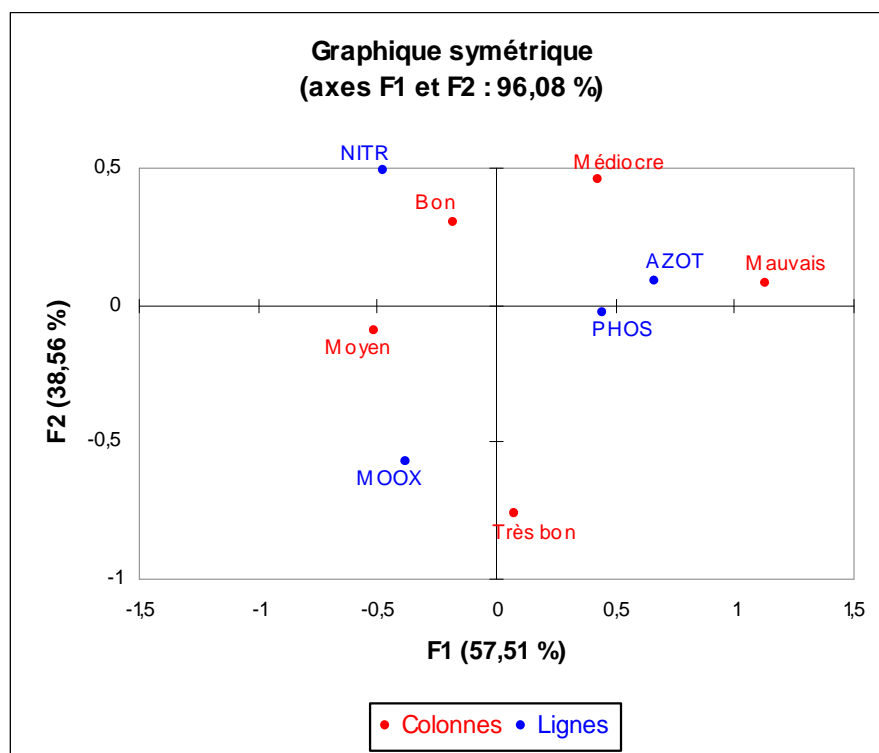


Figure 230 : Analyse Factorielle des Correspondances – Qualité des cours d'eau en 2005 (AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE, AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANEE ET CORSE)

Cinquième partie : Quelle est la qualité des cours d'eau ?

Nous avons réalisé une A.F.C. ou Analyse Factorielle des Correspondances avec le module XL-STAT d'Excel. En 2000 et en 2005, les matières organiques et oxydables étaient plus proches du niveau « très bon » sur l'ensemble du tableau de contingence, associant toutes les stations de mesure sur le territoire d'étude. Il y a eu des progrès enregistrés sur les matières phosphorées, même si des efforts sont encore à accomplir. L'indice SEQ Eau sur les matières azotées s'est dégradé. La situation générale sur les nitrates s'est légèrement améliorée, passant d'un niveau « moyen » à un niveau « bon ».

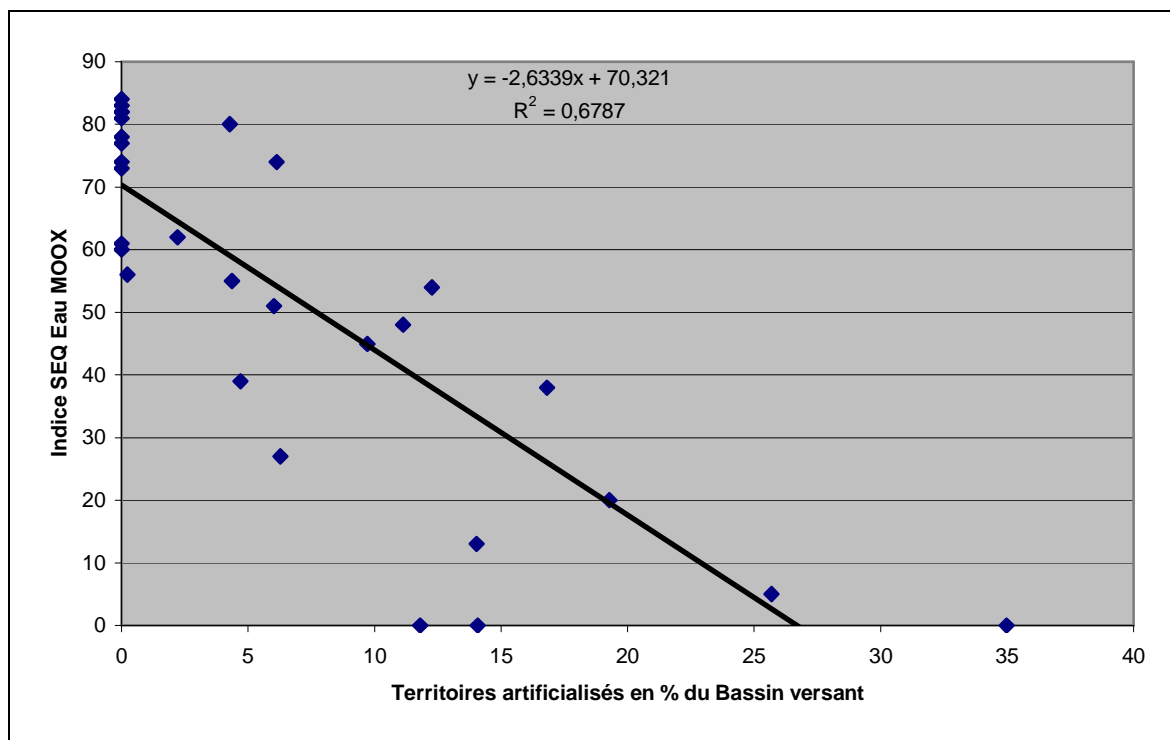


Figure 231 : Rapport entre les matières organiques et oxydables et les territoires artificialisés en 2000 (I.F.EN. CORINE LAND COVER 2000, AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE, AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANEE ET CORSE)

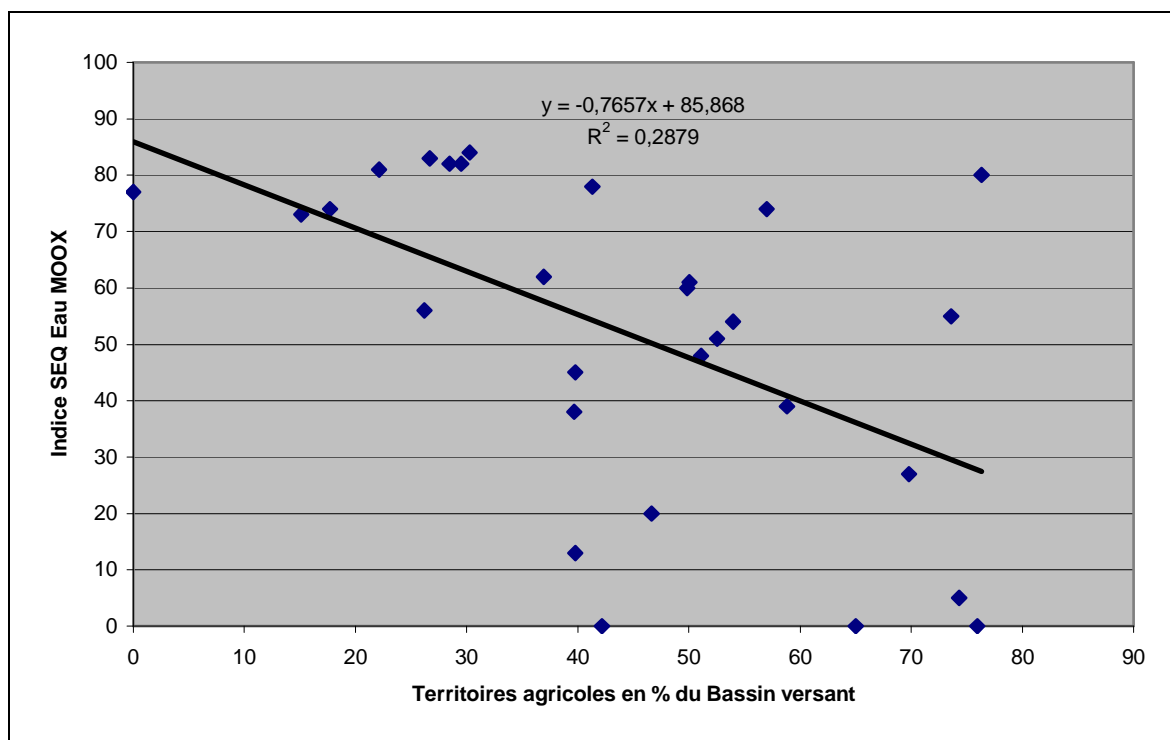


Figure 232 : Rapport entre les matières organiques et oxydables et territoires agricoles en 2000 (I.F.EN. CORINE LAND COVER 2000, AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE, AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANEE ET CORSE)

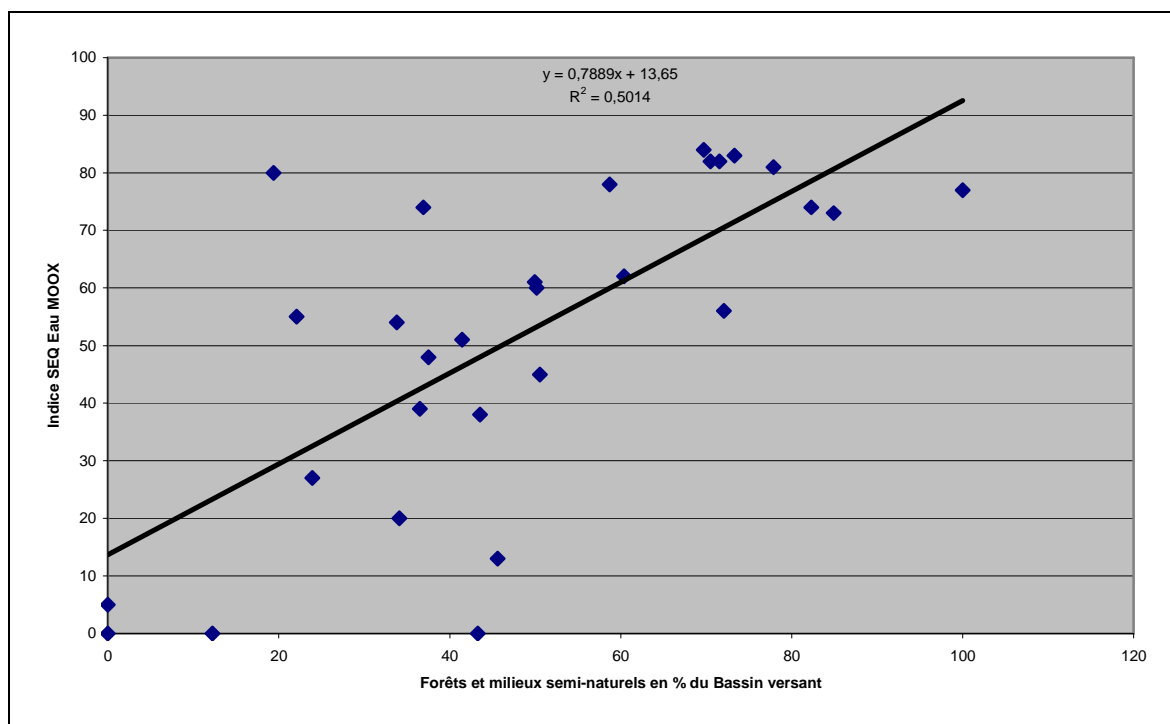


Figure 233 : Rapport entre les matières organiques et oxydables et les forêts et milieux semi-naturels en 2000 (I.F.EN. CORINE LAND COVER 2000, AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE, AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANEE ET CORSE)

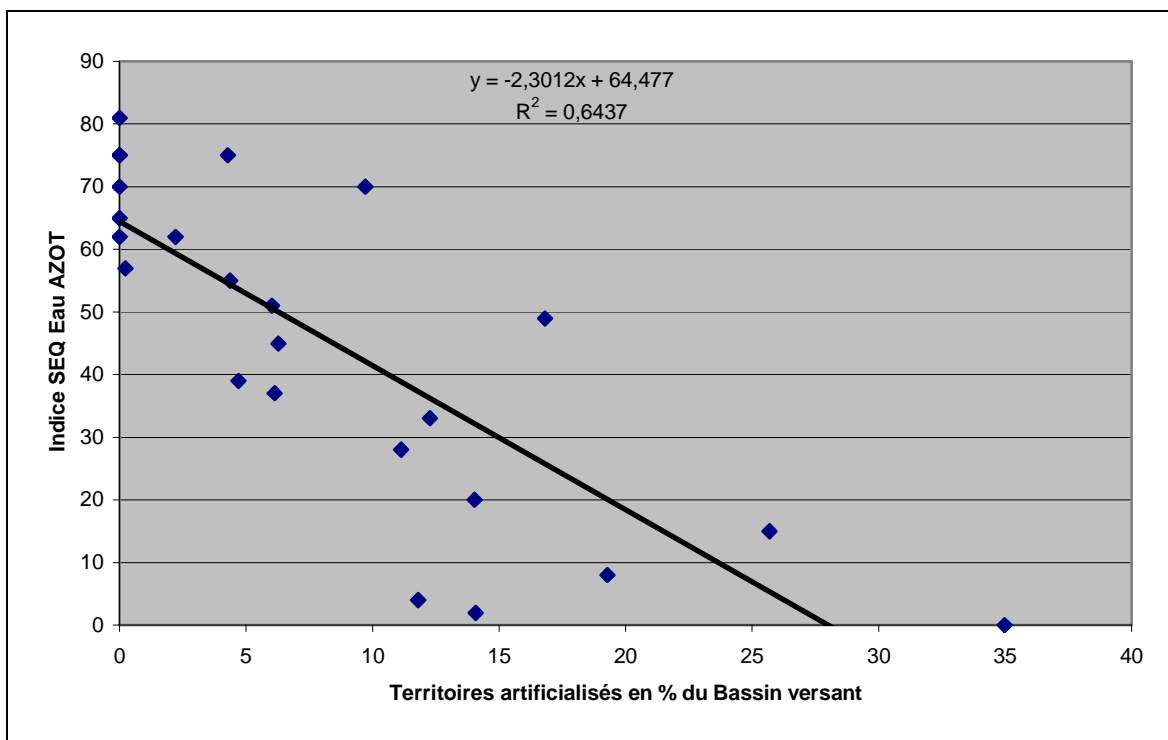


Figure 234 : Rapport entre les matières azotées et les territoires artificialisés en 2000 (I.F.EN. CORINE LAND COVER 2000, AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE, AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANEE ET CORSE)

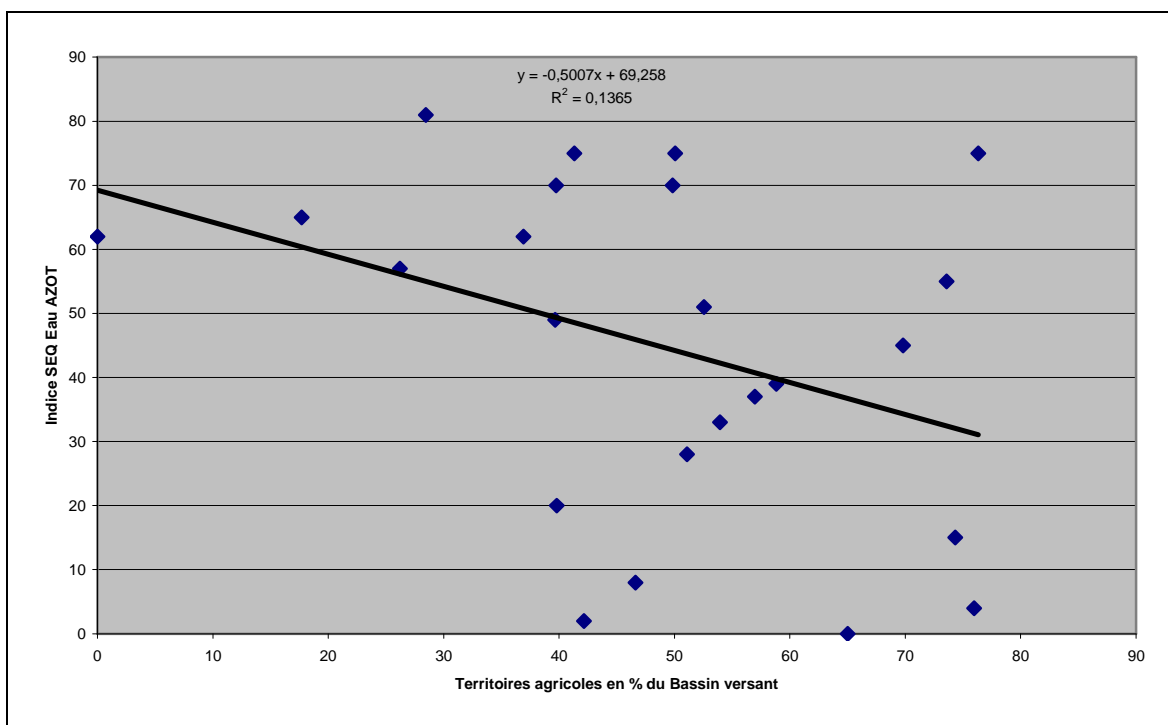


Figure 235 : Rapport entre les matières azotées et les territoires agricoles en 2000 (I.F.EN. CORINE LAND COVER 2000, AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE, AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANEE ET CORSE)

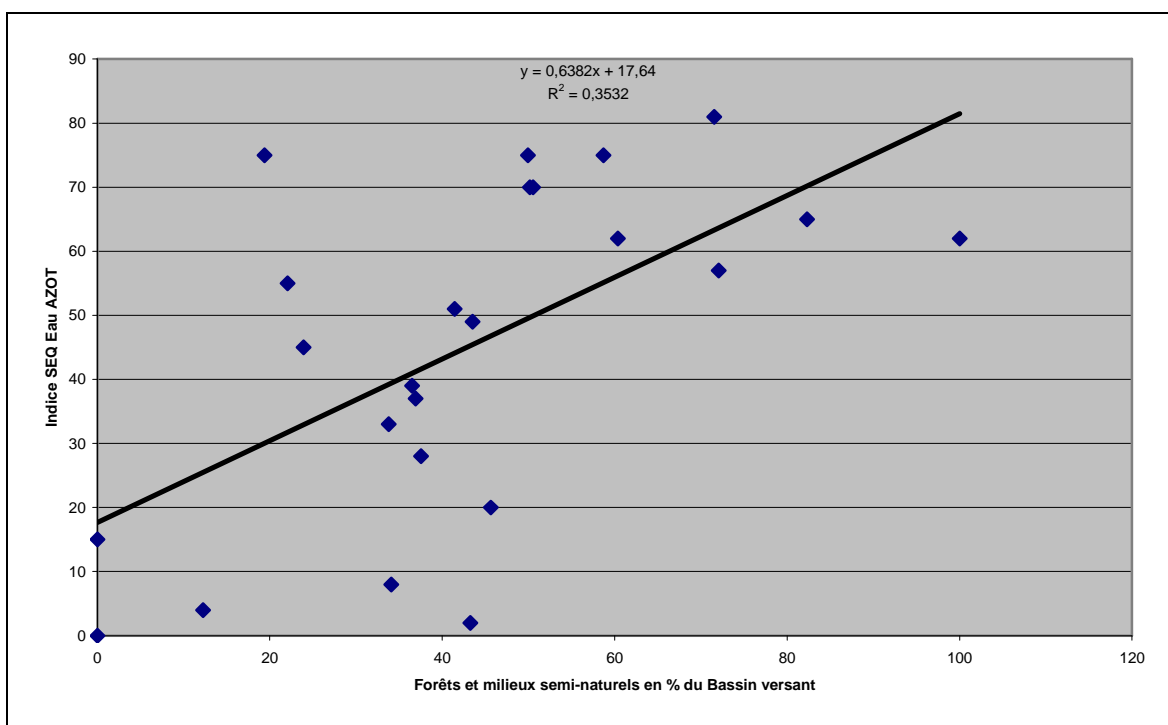


Figure 236 : Rapport entre les matières azotées et les forêts et milieux semi-naturels en 2000 (I.F.EN. CORINE LAND COVER 2000, AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE, AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANEE ET CORSE)

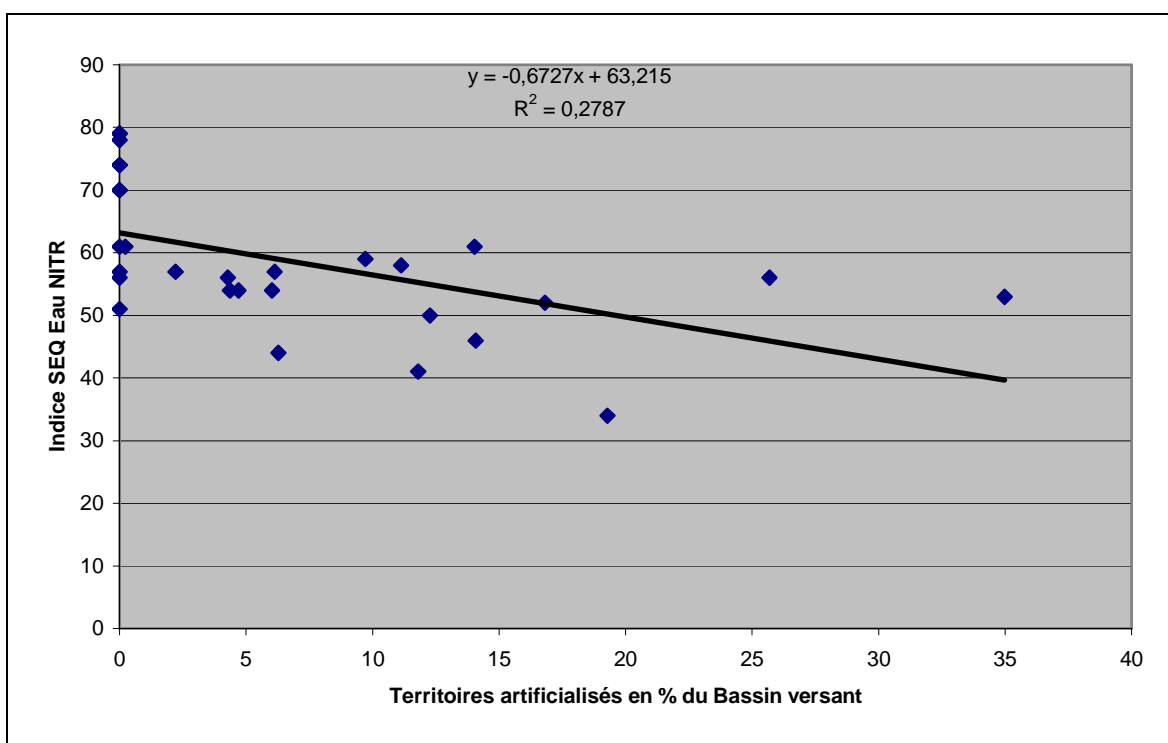


Figure 237 : Rapport entre les nitrates et les territoires artificialisés en 2000 (I.F.EN. CORINE LAND COVER 2000, AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE, AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANEE ET CORSE)

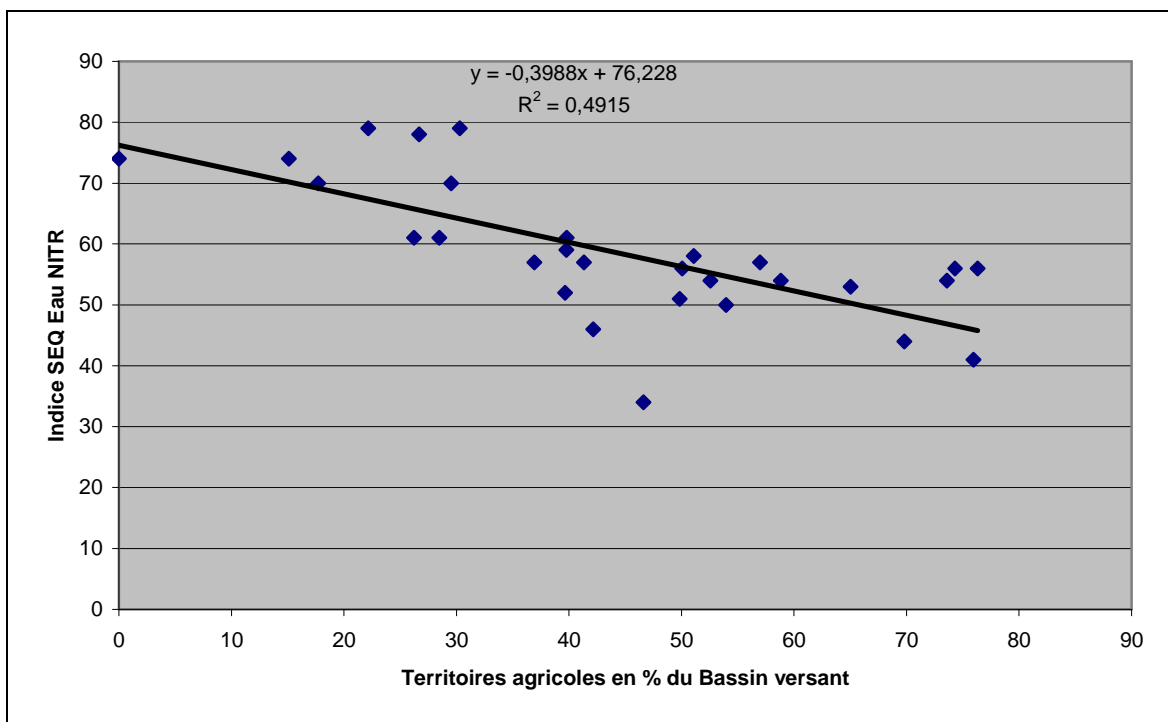


Figure 238 : Rapport entre les nitrates et les territoires agricoles en 2000 (I.F.EN. CORINE LAND COVER 2000, AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE, AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANEE ET CORSE)

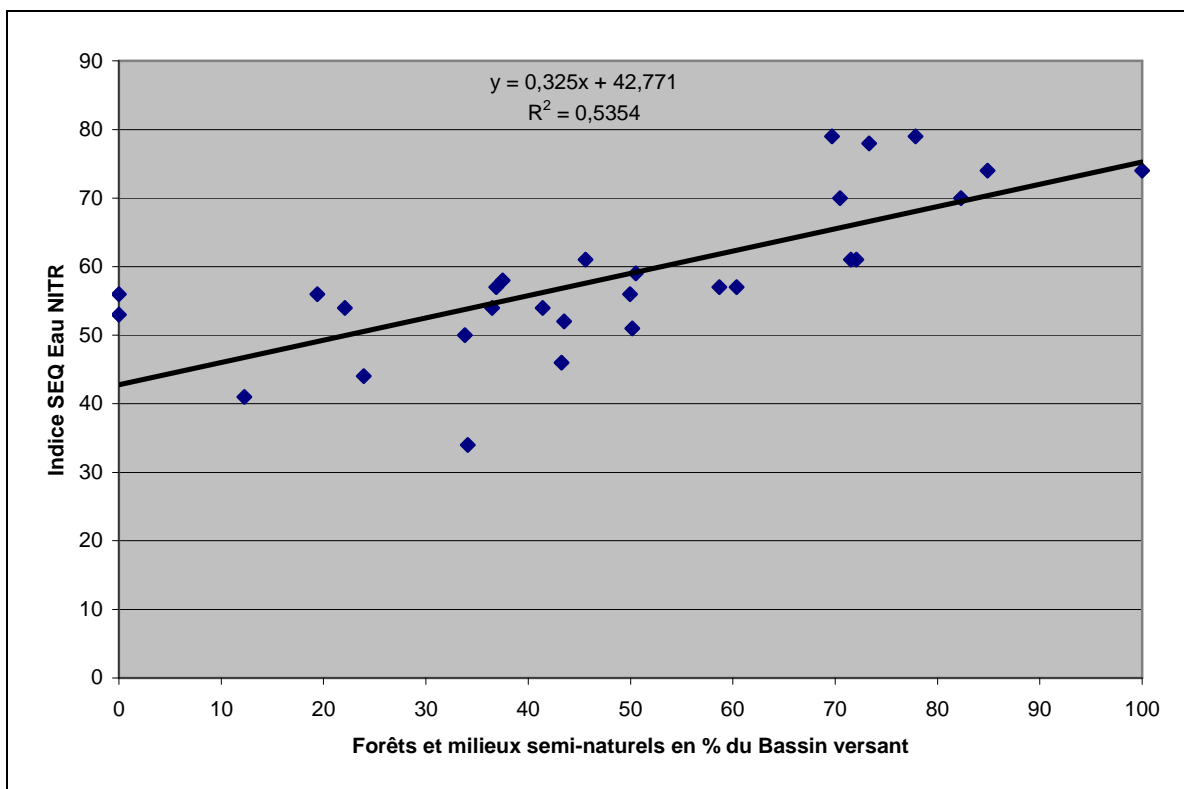


Figure 239 : Rapport entre les nitrates et les forêts et milieux semi-naturels en 2000 (I.F.EN. CORINE LAND COVER 2000, AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE, AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANEE ET CORSE)

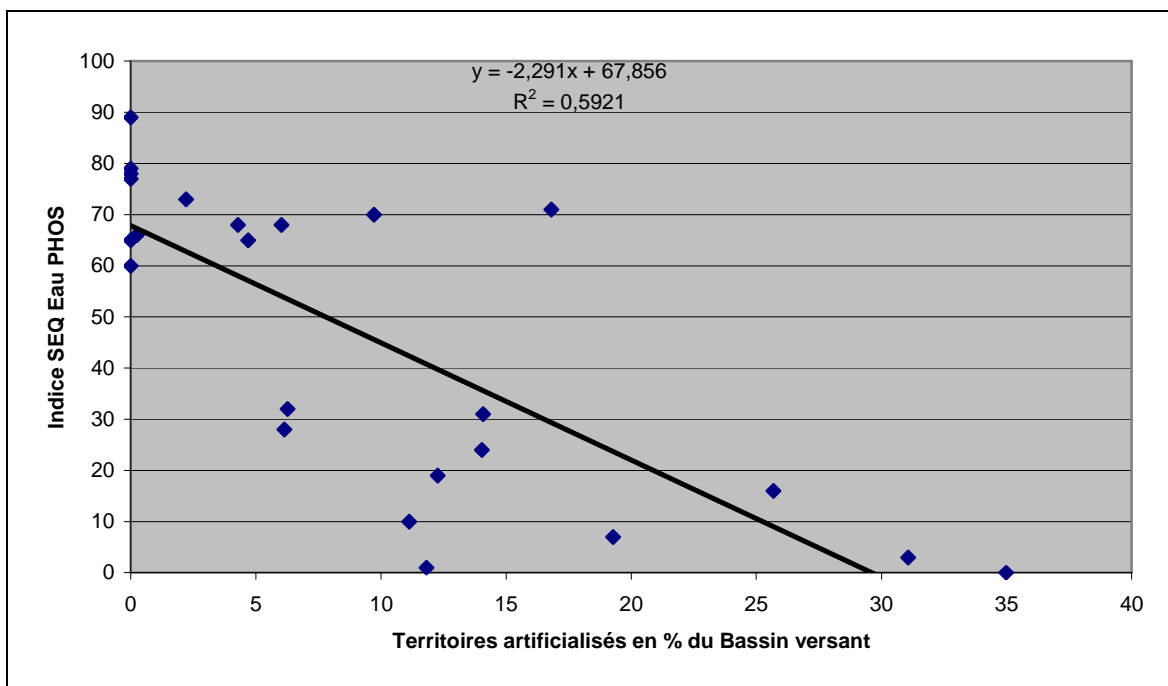


Figure 240 : Rapport entre les matières phosphorées et les territoires artificialisés en 2000 (I.F.EN. CORINE LAND COVER 2000, AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE, AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANEE ET CORSE)

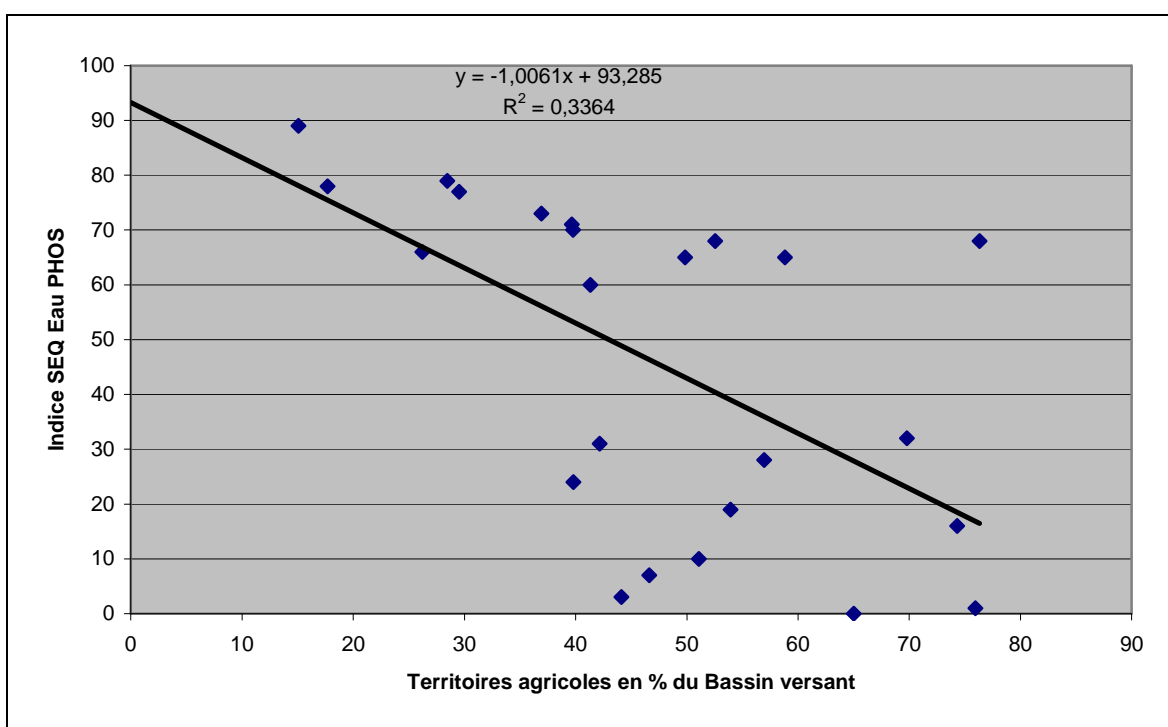


Figure 241 : Rapport entre les matières phosphorées et les territoires agricoles en 2000 (I.F.EN. CORINE LAND COVER 2000, AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE, AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANEE ET CORSE)

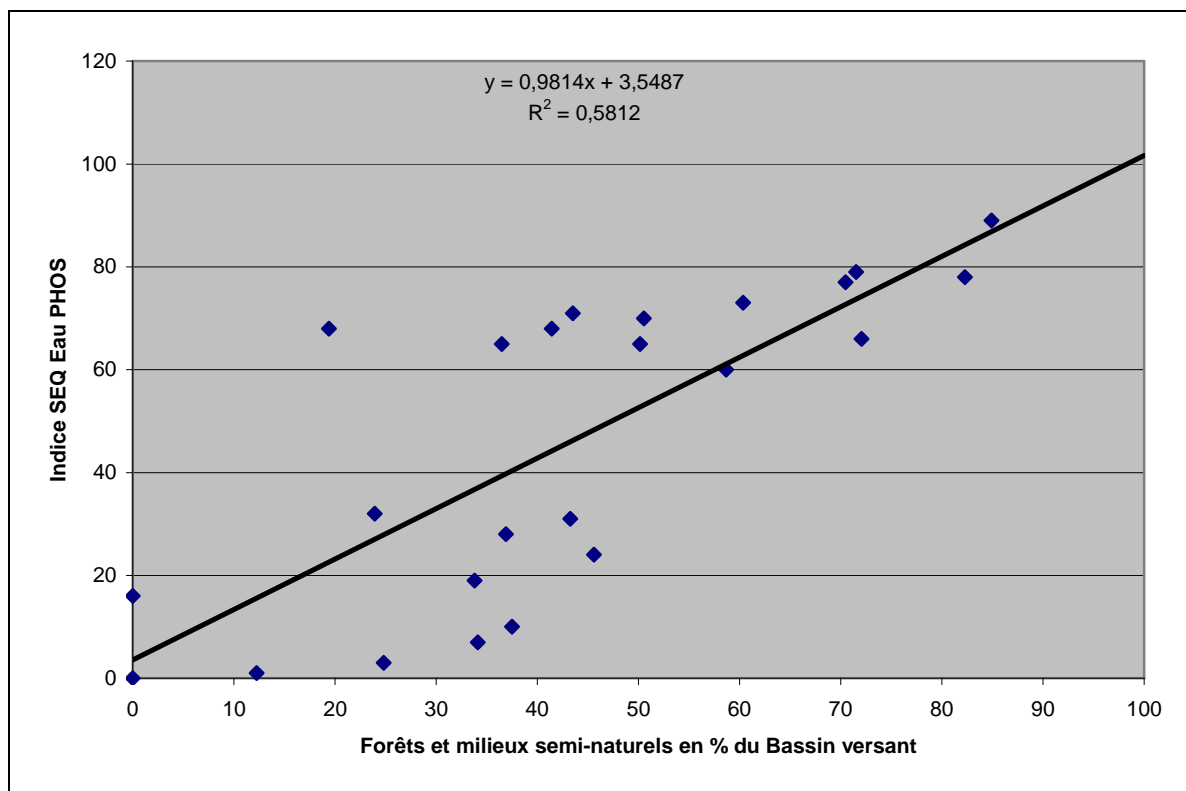


Figure 242 : Rapport entre les matières phosphorées et les forêts et milieux semi-naturels en 2000 (I.F.EN. CORINE LAND COVER 2000, AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE, AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANEE ET CORSE)

Rapport entre	Indice SEQ Eau MOOX	Indice SEQ Eau AZOT	Indice SEQ Eau NITR	Indice SEQ Eau PHOS
Territoires artificialisés (% du bassin versant)	0,6787	0,6437	0,2787	0,5921
Territoires agricoles (% du bassin versant)	0,2879	0,1365	0,4912	0,3364
Forêts et milieux semi-naturels (% du bassin versant)	0,5014	0,3532	0,5354	0,5812

Tableau 60 : Coefficients de détermination et rapports entre les indices de qualité de l'eau et le type d'occupation du sol en 2000 (I. F.EN. CORINE LAND COVER 2000, AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE, AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANEE ET CORSE)

Le tableau n°60 page 445 apporte des résultats sans aucune surprise. Si le rapport entre l'indice de qualité de l'eau et l'occupation du sol est en rouge, cela signifie que plus le type d'occupation du sol est présent sur le bassin versant, plus l'indice de qualité baisse. Si le rapport entre l'indice de qualité de l'eau et l'occupation du sol est en vert, cela signifie que plus le type d'occupation du sol est présent sur le bassin versant, plus l'indice de qualité augmente. Quel que soit le paramètre considéré, la qualité de l'eau est meilleure si le bassin versant est boisé. La relation est assez forte entre le taux de matières

organiques et oxydables ou le taux de matières azotées et le pourcentage de territoires artificialisés au sein du bassin versant. La qualité diminue même très vite si le bassin versant est de plus en plus artificialisé. A l'inverse, le pourcentage de territoires agricoles influe assez peu sur l'ensemble des paramètres, à l'exception peut-être des nitrates. Les activités humaines, notamment industrielles et même la présence d'une forte population, se traduisaient en 2000 par une nette dégradation de la qualité des cours d'eau. Depuis la mise en place de collecteurs d'eaux usées dans les vallées du Gier et de l'Ondaine, les deux vallées les plus peuplées du territoire d'étude et la réhabilitation de la station du Porchon à l'aval de Saint-Etienne, il faut espérer que cette relation ne soit plus aussi nette.

Les matières organiques et oxydables. Les matières organiques et oxydables sont consommatrices d'oxygène et perturbent le développement de la vie aquatique dans les cours d'eau. Elles sont liées à la présence de rejets d'eaux usées, de rejets agricoles ou de l'industrie chimique ou peuvent être d'origine naturelle. *« Un milieu pauvre en oxygène est défavorable aux équilibres biologiques et réduit la capacité d'autoépuration des rivières. [...] Les mauvaises qualités observées sont essentiellement dues à une forte D.B.O. et D.C.O., associée à de fortes concentrations en azote organique. [...] La Loire a une bonne qualité dans la retenue de Grangent. [...] La Semène est dégradée dès la tête de bassin. [...] L'Egotay et le Furan sont les cours d'eau les plus fortement dégradés. [...] Sur le Gier, la qualité est très bonne en amont de la confluence avec le Ban, elle se dégrade rapidement en aval (passable à mauvaise), sous l'influence des activités humaines de Saint-Chamond et de Saint-Romain-en-Gier notamment et des apports des affluents. Une amélioration est cependant constatée au niveau des communes de Saint-Maurice-sur-Dargoire et de Châteauneuf. »* (ASCONIT CONSULTANTS, 2004).

Les matières azotées (hors nitrates). L'azote est présent naturellement dans l'air, dans l'eau, dans les sols. L'azote est alimenté par l'eau de pluie, la décomposition végétale, les fertilisants organiques et minéraux. Les légumineuses fixent les apports atmosphériques. Les décomposeurs transforment les matières azotées du sol en nitrates.

« *La qualité est bonne pour l'amont des affluents des Monts du Lyonnais, du Furan en amont de Saint-Etienne et de la Semène. [...] L'aire stéphanoise (Ondaine, Furan, Gier) est la zone la plus dégradée. Sur le Gier, les matières azotées représentent l'une des deux altérations les plus dégradées du bassin versant (très mauvaise qualité) avec les matières phosphorées. [...] Elle est bonne en amont de la confluence avec le Ban.* » (ASCONIT CONSULTANTS, 2004).

Les nitrates. La présence des nitrates est naturelle et constitue le principal nutriment des végétaux. L'augmentation de la concentration des nitrates est due au lessivage des cultures, aux rejets d'eaux domestiques et industrielles. Les nitrates sont utilisés dans les engrais chimiques pour les céréales comme le maïs, ou dans les engrais organiques (purin, lisier, fumier). Les nitrates sont une forme oxydée de l'azote. Sans activité humaine, le taux de nitrates contenu dans l'eau est de 3 mg par litre. Les nitrates sont solubles dans l'eau. D'après le dossier de presse de la conférence du 30 mars 2001 « Forêts, crues et ressources en eau », « *L'acidité naturelle des sols forestiers est liée à la dissolution du gaz carbonique (CO₂) émis par les racines, les champignons et les micro-organismes du sol lors de sa respiration. [...] Se rajoute à cela une accumulation de matière organique acide en surface : l'humus. [...] La présence d'une forêt réduit systématiquement la teneur en nitrates dans les eaux, surtout pour les forêts situées au bord de cours d'eau.* »²³

« *Les dégradations les plus marquées concernent l'Ondaine, le Furan aval et le Gier. [...] L'ensemble des stations du Gier montre une qualité mauvaise.* » (ASCONIT CONSULTANTS, 2004).

Les matières phosphorées. Le phosphore est causé par la présence de déjections animales et humaines, par l'utilisation abusive et le rejet dans les cours d'eau d'engrais et de détergents. Les matières phosphorées sont à l'origine de la présence d'algues dans les cours d'eau, les surfaces d'eaux stagnantes dont les retenues artificielles et accroissent le phénomène d'eutrophisation. « *Les matières phosphorées sont faiblement présentes sur les têtes de bassin du Forez et du Pilat où la qualité est très bonne. C'est dans la plaine que les principales dégradations sont observées : Furan, Gier, Ondaine et Semène. Sur le Gier cette altération est particulièrement déclassante dès Saint-Chamond (qualité mauvaise) et en aval (très mauvaise).* » (ASCONIT CONSULTANTS, 2004).

²³ ANDREASSIAN V., BERGER F., DAMBRINE E., LAVABRE J., LAROUSSINIE O., 2001, *Forêts, crues et ressources en eau, Dossier de presse de la conférence du 30 mars 2001*, 13 p.

Les autres altérations. « L'altération micropolluants minéraux sur sédiments a été mesurée dans la retenue de Grangent et dans les sédiments des cours d'eau urbanisés (Furan, Gier et Ondaine). La qualité est mauvaise, ce qui indique une contamination de ces milieux par les métaux. [...] Concernant le Gier les teneurs mesurées sur le bassin versant sont importantes et traduisent de réelles contaminations, notamment en arsenic, chrome, cuivre et nickel. » (ASCONIT CONSULTANTS, 2004).

1.2 La qualité des cours d'eau pendant une année d'extrêmes hydrologiques : 2003 dans le sud du Département de la Loire

Nous allons nous intéresser aux relevés obtenus durant l'année 2003. Le tableau suivant présente une synthèse des données de qualité des cours d'eau ligériens pendant l'année. Ce sont des valeurs moyennes et qui concernent l'altération des cours d'eau par les matières organiques et oxydables, les nitrates et les matières phosphorées et l'I.B.G.N.

1.2.1 L'altération par les matières organiques et oxydables

Lieu du prélèvement	Classe de qualité	Evaluation du résultat 2003
Cotatay à Saint-Genest-Malifaux	Très bonne	« La situation du fleuve Loire et des Monts du Lyonnais se maintient avec de classes de qualité de bonne à passable. La qualité reste mauvaise pour la partie aval des trois cours d'eau urbains (Furan, Gier et Ondaine) et tend à se dégrader sur les Monts du Lyonnais. La répartition des classes de qualité indique une diminution globale de la qualité pour cette altération par rapport à 2002. » Sur les 13 cours d'eau du secteur d'étude, la qualité est globalement meilleure que dans le département de la Loire. Les trois points critiques concernent des fonds de vallée urbanisés, tous soumis à des politiques environnementales qui visent un retour à une qualité acceptable.
Déôme à Saint-Marcel-lès-Annonay	Très bonne	
Furan au Bessat	Très bonne	
Riotet à Thélis-la-Combe	Très bonne	
Valencize à Chavanay	Très bonne	
Gâ à Doizieux	Bonne	
Gier à Châteauneuf	Bonne	
Gier à Lorette	Bonne	
Scie à Pélussin	Bonne	
Semène à Jonzieux	Bonne	
Furan à l'amont de Saint-Etienne	Passable	
Gier à Saint-Chamond	Passable	
Onzon à L'Etrat	Mauvaise	

Tableau 61 : Synthèse des résultats de l'analyse de la qualité des cours d'eau dans le Département de la Loire en 2003 – matières organiques et oxydables (CONSEIL GENERAL DE LA LOIRE)

1.2.2 L'altération par les nitrates

Lieu du prélèvement	Classe de qualité	Evaluation du résultat 2003
Furan au Bessat	Très bonne	« Comme en 2002, la situation est tranchée entre le Pilat, la rive gauche du fleuve (Monts de la Madeleine et Forez) en qualité globalement bonne, et le secteur des Monts du Lyonnais où la qualité nitrate est passable. La répartition entre les classes de qualité a peu évolué par rapport à 2002. La concentration en nitrate étant liée en partie au lessivage des sols, le phénomène de sécheresse n'a qu'une faible influence sur cette altération. » La qualité est globalement bonne, très bonne au Bessat sur un cours d'eau dont le bassin versant est exclusivement boisé. Le Gier et l'Onzon sont issus de bassins versants industriels et agricoles.
Cotatay à Saint-Genest-Malifaux	Bonne	
Déôme à Saint-Marcel-lès-Annonay	Bonne	
Furan à l'amont de Saint-Etienne	Bonne	
Gâ à Doizieux	Bonne	
Gier à Lorette	Bonne	
Scie à Pélussin	Bonne	
Semène à Jonzieux	Bonne	
Riotet à Thélis-la-Combe	Bonne	
Valencize à Chavanay	Bonne	
Gier à Châteauneuf	Passable	
Gier à Saint-Chamond	Passable	
Onzon à L'Etrat	Passable	

Tableau 62 : Synthèse des résultats de l'analyse de la qualité des cours d'eau dans le Département de la Loire en 2003 – nitrates (CONSEIL GENERAL DE LA LOIRE)

1.2.3 L'altération par les matières phosphorées

Lieu du prélèvement	Classe de qualité	Evaluation du résultat 2003
Furan à l'amont de Saint-Etienne	Très bonne	« On observe une diminution du nombre de stations présentant une classe de qualité de bonne à très bonne en raison des conditions hydrologiques extrêmes. » La situation est tranchée entre les cours d'eau issus des hauts plateaux et mesurés en altitude et les autres cours d'eau en fond de vallée, excepté pour le ruisseau de la Scie à Pélussin. La sécheresse de l'année 2003 et les crues de décembre sont sans doute à l'origine des mauvais résultats.
Cotatay à Saint-Genest-Malifaux	Bonne	
Furan au Bessat	Bonne	
Gâ à Doizieux	Bonne	
Riotet à Thélis-la-Combe	Bonne	
Semène à Jonzieux	Bonne	
Déôme à Saint-Marcel-lès-Annonay	Passable	
Gier à Châteauneuf	Passable	
Scie à Pélussin	Passable	
Gier à Lorette	Mauvaise	
Gier à Saint-Chamond	Mauvaise	
Onzon à L'Etrat	Mauvaise	
Valencize à Chavanay	Très mauvaise	

Tableau 63 : Synthèse des résultats de l'analyse de la qualité des cours d'eau dans le Département de la Loire en 2003 – matières phosphorées (CONSEIL GENERAL DE LA LOIRE)

1.2.4 Synthèse des relevés de qualité des cours d'eau

Lieu du prélèvement	Matières organiques et oxydables	Nitrates	Matières phosphorées
Cotatay à Saint-Genest-Malifaux	Très bonne	Bonne	Bonne
Déôme à Saint-Marcel-lès-Annonay	Très bonne	Bonne	Passable
Furan au Bessat	Très bonne	Très bonne	Bonne
Furan à l'amont de Saint-Etienne	Passable	Bonne	Très bonne
Gâ à Doizieux	Bonne	Bonne	Bonne
Gier à Châteauneuf	Bonne	Passable	Passable
Gier à Lorette	Bonne	Bonne	Passable
Gier à Saint-Chamond	Passable	Passable	Mauvaise
Onzon à L'Etrat	Mauvaise	Passable	Mauvaise
Riotet à Thélis-la-Combe	Très bonne	Bonne	Bonne
Scie à Pélussin	Bonne	Bonne	Passable
Semène à Jonzieux	Bonne	Bonne	Bonne
Valencize à Chavanay	Très bonne	Bonne	Très mauvaise

Tableau 64 : Synthèse des résultats de l'analyse de la qualité des cours d'eau dans le Département de la Loire en 2003 (CONSEIL GENERAL DE LA LOIRE)

L'interprétation des résultats du tableau n°64 page 450 confirme que sur l'ensemble de l'année la qualité se dégradait au fur et à mesure que le cours d'eau se dirigeait vers l'aval. Les valeurs les plus satisfaisantes ont été relevées sur le Cotatay à Saint-Genest-Malifaux et sur le Furan au Bessat, à quelques centaines de mètres de la source. Les cours d'eau de moins bonne qualité se trouvent proches de leur confluence avec le fleuve Rhône (le Gier à Châteauneuf et la Valencize à Chavanay). Cela prouve que les activités présentes sur le bassin versant sont polluantes, qu'il reste des efforts à fournir en matière de dépollution des cours d'eau, et que la capacité épuratrice naturelle ne joue qu'un rôle insuffisant. Nous pouvons cependant relever la bonne qualité de la Déôme à Saint-Marcel-lès-Annonay.

Les activités et le type d'occupation du sol jouent un rôle prépondérant sur la qualité de l'eau du cours d'eau. Le rôle tenu par les conditions d'écoulement apparaît de manière moins évidente.

Chapitre 2 : L'évolution de la qualité des différents cours d'eau

Il est intéressant de comparer les valeurs des différents cours d'eau pour nous rendre compte de l'altération de la qualité au niveau territorial, pour pouvoir repérer les principaux perturbateurs. Mais il ne s'agit là que d'un instantané. La comparaison des valeurs de qualité interannuelles nous permet d'estimer l'évolution de la qualité d'un cours d'eau au cours d'une période donnée, de déterminer les éléments perturbateurs dans le temps et non dans l'espace et de pouvoir éventuellement effectuer des prévisions pour l'avenir.

En France, sur certains points, la situation est inquiétante. En 1993, une enquête menée par la Direction de l'eau du Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire et des Agences de l'Eau sur 80 000 km de cours d'eau affirme que seuls 30 % des cours d'eau étaient en état optimal pour la reproduction piscicole. L'O.N.E.M.A. dépend du Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire. Il est financé par la taxe acquittée par les pêcheurs. L'une de ses missions est de dresser un bilan de l'état des cours d'eau français. 3 types de poissons sont indicateurs de la qualité des eaux : les poissons des milieux salmonicoles, des milieux intermédiaires et des milieux cyprinicoles. En 2001, seulement 15 % des cours d'eau étaient en bon état en France.

L'I.F.EN (Institut Français de l'Environnement) a publié un rapport sur la qualité des cours d'eau et de l'eau distribuée le 18 février 2003. D'après ce rapport, *« 56 % des 828 points surveillés de 1998 à 2000 présentent une bonne aptitude à la production d'eau potable, ils ne nécessitent pas de traitement spécifique pour les pesticides »*. Pourtant, 2 988 points de mesure des cours d'eau relèvent des traces de pesticides. Les pesticides sont à l'origine d'une qualité moyenne, médiocre ou mauvaise dans 40 % des cas. D'après le rapport de l'I.F.EN., *« seulement 5 % des 397 points surveillés sur les grandes rivières françaises présentent une eau de très bonne qualité, compatible avec le développement sans risque de la vie aquatique et avec l'utilisation en eau potable sans traitement. »*

Un autre rapport a été publié le 12 juillet 2004 : *« 75 % des points contrôlés en 2002 sont contaminés par les pesticides, en ce qui concerne les eaux superficielles. »*

Cinquième partie : Quelle est la qualité des cours d'eau ?

Par rapport à la qualité des eaux des cours d'eau français, les cours d'eau du secteur étudié ne sont pas particulièrement dégradés. D'excellente qualité en moyenne montagne, près de leur source, ils tendent à retrouver une qualité tout à fait acceptable jusqu'à leur confluence avec les deux fleuves principaux, la Loire et le Rhône. P. GRES, de la F.D.P.P.M.A., dressait le bilan de la qualité des cours d'eau en mars 2001 : « *La qualité des eaux s'améliore en zone urbaine, mais comment pourrait-elle se dégrader tellement les rivières étaient polluées. Par contre, nous opérons des prélèvements de plus en plus importants en surface, sur les zones de source, ce qui aboutit à des situations critiques en termes de débit.* »

D'après le Rapport d'évaluation de la politique de préservation de la ressource en eau destinée à la consommation humaine, « *les pollutions accidentelles d'origine chimique (hydrocarbures par exemple) sont en général détectées très rapidement et traitées en situation de crise dans des délais courts. Mais la présence ou l'installation nouvelle des activités industrielles et des infrastructures routières à proximité des points de prélèvement reste une menace qui n'est cependant pas toujours prise en compte à hauteur du risque encouru.* »

Cours d'eau	Problème ponctuel régulier identifié par la F.D.P.P.M.A de la Loire
Batalon	Lagunage de Bessey, Lupé, Maclas.
Déôme	Les stations d'épuration de Bourg-Argental, de Saint-Sauveur-en-Rue fonctionnent moyennement.
Durèze	Entre retenues collinaires, l'urbanisation, les rejets des eaux usées, l'espace est saturé !
Malval	Rejets de Roisey
Ondaine	A Saint-Just-Malmont, il y a deux stations d'épuration. Le Combobert et la Gampille sont en mauvais état.
Semène	Il y eut de gros efforts à Saint-Genest-Malifaux. Une partie des rejets des eaux usées de Saint-Genest-Malifaux arrivait dans le Barrage des Plats en 2002. La retenue est eutrophisée. La station d'épuration de Marlhes ne fonctionne pas, l'Ecotay est très touché. Il y a beaucoup de phosphore autour de La Séauve-sur-Semène, Pont-Salomon, Saint-Didier-en-Velay.
Valencize	Rejets de la station d'épuration de Pélussin et de la fromagerie Guilloteau

Tableau 65 : Tableau des principaux problèmes ponctuels relevés sur les cours d'eau ligériens du Sud du Département de la Loire (P. GRES, F.D.P.P.M.A. 42)

2.1 La Déôme et ses affluents



Photo 27 : La Déôme au Quartier de la Gare à Bourg-Argental (Y. BENMALEK)

La Déôme. En juin 1995, l'étude sur la qualité biologique des cours d'eau du Pilat classait l'I.B.G.N. de la Déôme à une valeur de 8 (mauvaise qualité) à son entrée dans le département de l'Ardèche. En 2001, la Déôme a connu des problèmes de pollution d'origine domestique et de maintien du débit réservé en aval de Bourg-Argental.

Le Ternay. D'après le bulletin municipal de Saint-Julien-Molin-Molette, daté de 2005, *« la rivière Ternay est polluée par les rejets de la station d'épuration qui ne répond plus aux normes actuelles. [...] Le Conseil municipal a pris le temps d'identifier les travaux à réaliser et les financements possibles. Dès cette année, une première tranche de travaux va être engagée, visant à diminuer l'important volume d'eau claire qui arrive et gêne le bon fonctionnement de la station. »*

2.2 La Dunières et ses affluents



Photo 28 : La Dunières à Riotord (Y. BENMALEK)

La Dunières a subi une grave pollution en 1981 par un déversement de xylophène. Il a fallu attendre mars 1983 avant que le cours d'eau ne retrouve une qualité satisfaisante pour la vie aquatique.

De nombreuses industries de transformation du plastique se sont implantées près de Saint-Pal-de-Mons et Sainte-Sigolène. Les deux communes font partie du Bassin versant de la Dunières. Ces activités perturbent-elles la qualité de l'eau ? *« Le secteur d'activité du plastique utilise l'eau surtout pour le refroidissement des machines. On a donc des circuits fermés, dans lesquels l'eau n'est absolument pas en contact avec des agents polluants. La seule solution possible serait une pollution thermique de l'eau, mais les quantités utilisées n'induisent pas de réchauffement important dans la zone de rejet. L'impact de cette activité sur la qualité de l'eau n'est donc pas réellement significatif. Un problème peut cependant être noté au niveau de la zone industrielle des Taillas, sur les communes de Saint-Pal-de-Mons et de Sainte-Sigolène, qui prend de plus en plus d'envergure. Cette grande surface imperméabilisée, lors de précipitations importantes, est soumise à un fort lessivage des sols. Ce lessivage entraîne directement dans le ruisseau de la Bâtie (affluent du Chansou) une quantité importante de MES et de déchets divers (en particulier des*

petites billes de plastique, matière première des industries de transformation), ainsi que des hydrocarbures. » (S. ROBERT, 1998).

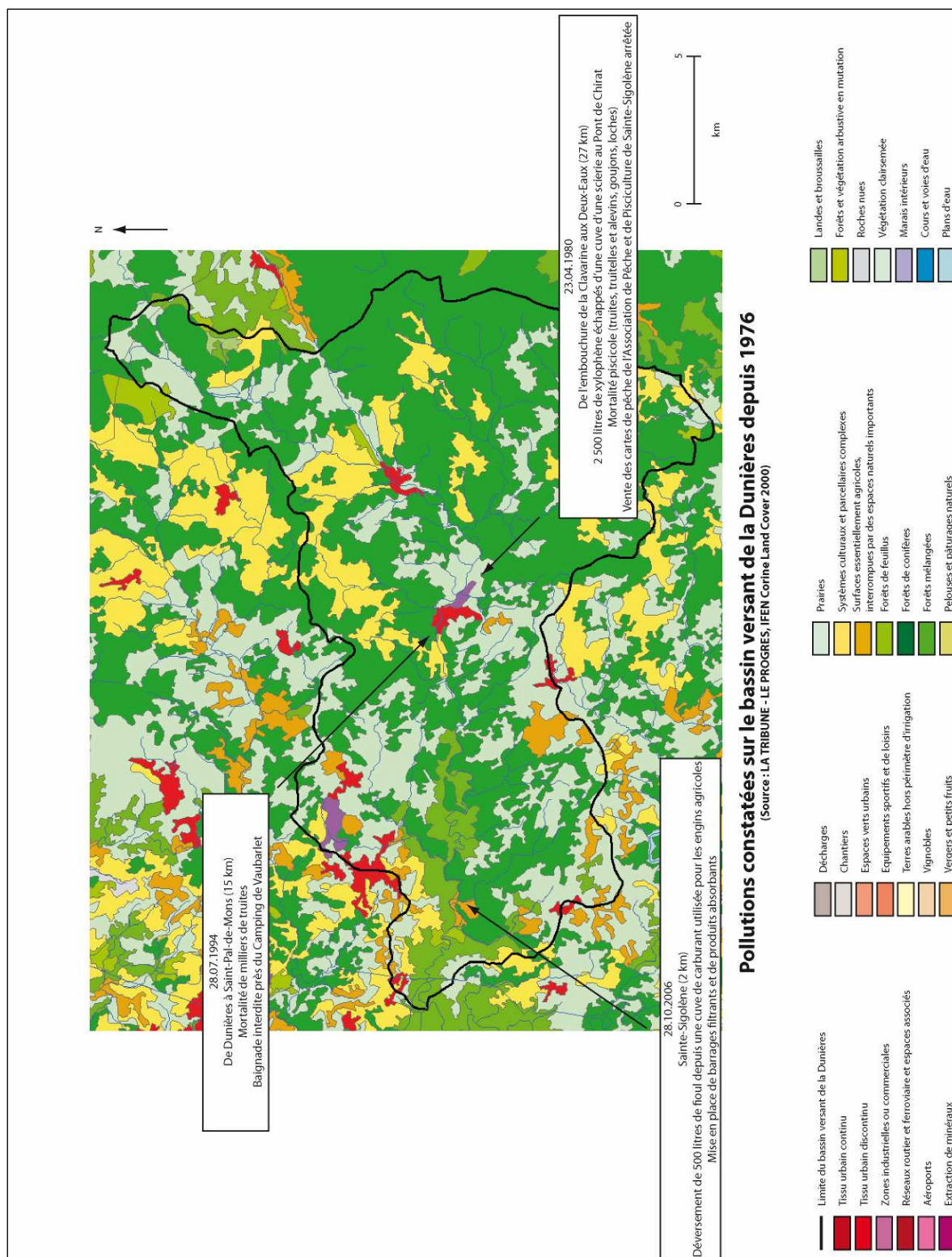


Figure 243 : Les épisodes de pollution sur le Bassin versant de la Dunières entre 1975 et 2009 (LA GAZETTE SAINT-ETIENNE METROPOLE, LA GAZETTE HAUTE-LOIRE, LA TRIBUNE - LE PROGRES)

2.3 Le Furan et ses affluents

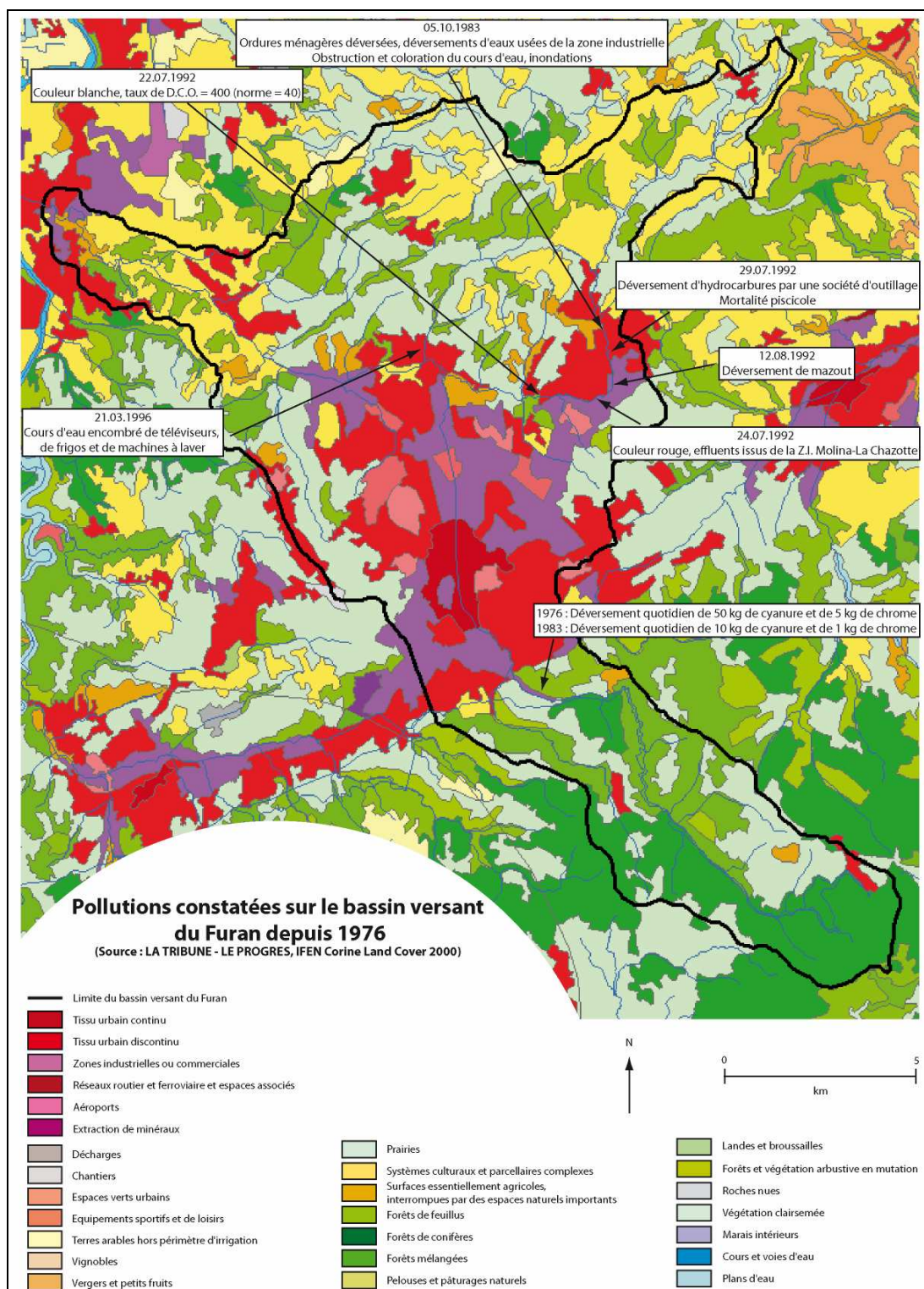


Figure 244 : Les épisodes de pollution sur le Bassin versant du Furan entre 1975 et 2009 (LA GAZETTE SAINT-ETIENNE METROPOLE, LA TRIBUNE - LE PROGRES)



Photo 29 : Le Furan à La Tour-en-Jarez en 2009 (Y. BENMALEK)

Le Furan. L'eau du Furan était réputée pour sa qualité et sa force motrice dès le XVII^{ème} siècle. La Révolution Industrielle a modifié la donne en termes de qualité de l'eau. En avril 1856, le Conseil d'Hygiène affirmait : « *Toute la partie nord et aval de la ville est infectée par le cours du Furan qui répand tout sur son passage, comme une traînée d'émanations nauséabondes.* » En juin, un arrêté municipal interdisait la baignade sur le cours d'eau et sur les biefs qui alimentent les moulins.

En 1976, les riverains du Ruisseau des Villes à Saint-Etienne se sont plaints des très fortes odeurs dégagées par ce petit affluent urbain du Furan. Y proliféraient rats d'égouts et moustiques dans un cours d'eau alors dépourvu de tout traitement.

En 1991, l'A.G.A.S.E.F. a été chargée du nettoyage par la Ville de Saint-Etienne pendant plus de deux semaines. Le volume de déchets de ce type présents dans la rivière a été estimé à 35 m³. Un de ses affluents, l'Isérable, qui coule au pied du quartier stéphanois de Montreynaud, était un véritable collecteur d'eaux usées. En 2008, la Ville de Saint-Etienne a effectué la « *séparation effective des réseaux de son affluent, l'Isérable. Celui-ci récolte les effluents des maisons et bâtiments du quartier de Molina sans distinction entre eaux pluviales et eaux usées.* »

En juin 1995, l'étude sur la qualité biologique des cours d'eau du Pilat classait l'I.B.G.N. du Furan à une valeur de 2 (mauvaise qualité). En 1999, J. CHALAYER, Président de l'A.A.P.P.M.A. « La Truite des Grands Bois », dénonçait « *la pollution du*

Furan par des effluents du village du Bessat lequel n'envisage pas de réaliser les travaux nécessaires et attend patiemment la mise en œuvre du contrat Furan pour que ce dernier prenne en charge les aménagements. »

En 2001, le rapport de la Cour des Comptes sur la gestion de l'eau et de l'assainissement à Saint-Etienne pointait du doigt les rejets de l'habitat diffus et de la lagune du Bessat, responsables de l'eutrophisation des eaux de la retenue du Pas de Riot, située sur le Furan à l'aval. Les concentrations en azote et en phosphore étaient excessives. Après la remise aux normes de la station du Porchon et la réhabilitation du réseau d'assainissement stéphanois, la qualité du cours d'eau est passée de Hors Classe (le plus bas niveau) à une Classe 2 (qualité moyenne). Auparavant l'E.P.A.L.A. avait estimée que 50 % de la pollution du Barrage de Villerest, situé au nord du Département de la Loire, proche de Roanne, était imputable à la mauvaise qualité des eaux du Furan. La Loire passait de la classe 1 (bonne à très bonne qualité) à la classe 3 (qualité médiocre) à l'aval de la confluence avec le Furan.

En 2003, le Furan à Saint-Etienne était Hors Classe du quartier stéphanois de Valbenaîte où débute sa couverture jusqu'à la confluence avec la Loire à Andrézieux-Bouthéon. 30 % des effluents stéphanois provenaient d'établissements industriels, qui rejettent des boues très chargées en nickel. Si la station d'épuration du Porchon réhabilitée va permettre de traiter 90 % des effluents du Furan, elle sera inefficace lorsque le débit du Furan sera supérieur à $5,5 \text{ m}^3 / \text{s}$.

Dans l'agglomération stéphanoise, l'exploitation des mines de fond s'est définitivement arrêtée en 1983, et l'exploitation des mines découvertes a été stoppée en 1992. Les eaux d'exhaure posent de gros problèmes. Le Puits Couriot a été fermé à Saint-Etienne en 1973. La société Charbonnages de France en était le concessionnaire jusqu'en 2007, avant le transfert du site à l'Etat. La Ville de Saint-Etienne a effectué des analyses de la qualité de l'eau en 2005 et en 2006.

« Les eaux d'exhaure sont les eaux prélevées dans les ouvrages souterrains (galeries de mines notamment), afin de les maintenir hors d'eau pour y permettre l'activité humaine (exploitation de la mine notamment). Elles sont rejetées en surface par des pompes. [...] L'arrêt de l'exploitation de la mine a conduit à l'arrêt des pompes et à la remontée de la nappe phréatique à son niveau initial. [...] La remontée de la nappe peut entraîner la formation de résurgences en surface, alimentées par des eaux circulant dans les anciennes galeries minières et chargées en métaux (fer, sulfates et manganèse) et

Cinquième partie : Quelle est la qualité des cours d'eau ?

acides. Ces eaux, qui rejoignent les réseaux hydrographiques, peuvent provoquer des pollutions notables dans les cours d'eau. De telles résurgences sont signalées notamment sur le Lizeron et sur l'Ondaine à Unieux. » (ASCONIT CONSULTANTS, 2004).

L'Onzon. Le cas des eaux d'exhaure est connu depuis 1984 dans la Vallée de l'Onzon. Les eaux d'exhaure et les eaux pluviales qui proviennent du Puits Pétin ne sont pas traitées. Les communes de La Talaudière, de Saint-Jean-Bonnefonds et de Sorbiers prennent en charge ce problème.

En 2001, M. CHATAGNON, Président d'une section locale de l'A.A.P.P.M.A. « La Carpe Stéphanoise », affirmait que *« si l'Onzon est bien pollué dans son cours inférieur, il est au contraire parfaitement sain dans sa partie supérieure. »* Sur le cours d'eau, les problèmes de pollution surviennent encore aujourd'hui. En juin 2008, D. MATHEVET, Adjoint à l'Urbanisme à la Mairie de Sorbiers, regrettait *« un gros problème de pollution de la rivière Onzon à cause d'une entreprise dans les entretiens de toitures qui a déversé des produits dans notre rivière. Plusieurs milliers de truites sont mortes. [...] On avait enfin retrouvé une rivière saine et poissonneuse. »*

2.4 Le Gier et ses affluents

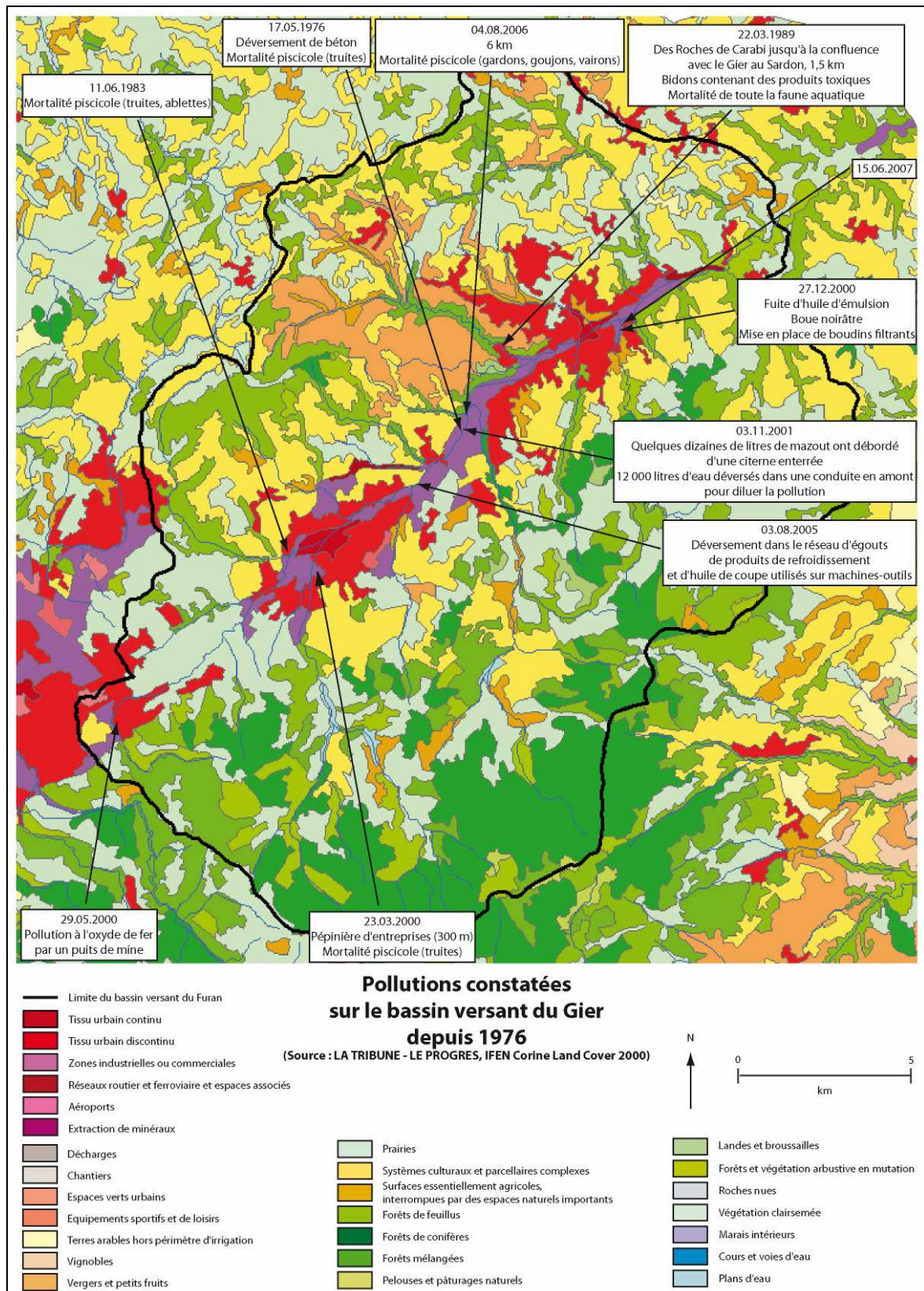


Figure 245 : Les épisodes de pollution sur le Bassin versant du Gier entre 1976 et 2009 (LA GAZETTE SAINT-ETIENNE METROPOLE, LA TRIBUNE - LE PROGRES)

« Il reste sur ce bassin versant à consentir de nombreux efforts en matière de lutte contre les pollutions diffuses et accidentelles. Ceci étant donné l'état souvent dégradé et la vétusté de certains établissements, la mauvaise connaissance des réseaux et du devenir des affluents, le risque d'entraînement des dépôts et déchets divers par les eaux de pluie (beaucoup de stockage à l'air libre à côté de la rivière), ou par suite de mauvaises manipulations (stockage de produits dangereux et toxiques sans bacs de rétention). » (ASCONIT CONSULTANTS, 2004).

Le Couzon. En 1995, la ville de Rive-de-Gier a constaté une dégradation importante de la qualité des eaux du Barrage du Couzon. D'après I. CASANOVA, Chargée d'études et spécialiste de la valorisation agricole des boues de stations d'épuration et des diagnostics de pollution : *« L'étude que nous avons rendu en octobre 1994 a montré que le problème n°1 de cette zone est un problème d'érosion : la terre descend dans le barrage, avec les fertilisants. L'agriculture n'est pas seule en cause. Les voiries et les surfaces imperméabilisées concourent à accentuer les débits torrentiels sur les chaussées et les réseaux. [...] La reconversion depuis une trentaine d'années des prairies naturelles en cultures de maïs, la culture dans le sens de la pente, la déprise agricole expliquent cette érosion. [...] Parmi les solutions, la Chambre d'Agriculture est en phase d'animation pour mettre en place, à l'essai, une mesure agri-environnementale consistant à reconvertir des terres arables en prairies de longue durée. »* Les mesures prises n'ont pas eu d'effet immédiat. D'après Coyne et Bellier et le Cabinet Trébaol, en décembre 2002, *« la qualité de l'eau de la retenue du Couzon est en constante dégradation depuis plusieurs années, avec deux sources d'apports polluants :*

- la pollution agricole diffuse. Les pratiques culturales favorisent et génèrent une pollution par les pesticides et les engrais. A cela s'ajoute la pollution liée à l'élevage par les rejets directs ou par épandage.

- la pollution domestique. Une station d'épuration a été mise en place depuis 1991 dans le village de Sainte-Croix-en-Jarez, mais elle serait inefficace à l'heure actuelle. La commune de Pavezin ne possède pas de station d'épuration.

L'implication de la ville de Rive-de-Gier dans le contrôle des flux polluants sur le Bassin versant du Couzon a fait figure d'expérience pilote, en partenariat avec l'Agence de l'Eau. Les actions ont consisté à sensibiliser les agriculteurs pour la mise en prairie de terres cultivées en bords de cours d'eau, la mise aux normes des élevages et à renforcer le

dispositif d'assainissement collectif et individuel. [...] Le plan d'eau présente globalement un degré d'eutrophisation très significatif. Les concentrations en phosphates en fin de période hivernale ont été multipliées par 8, entre 1988 et 2000. » (D.I.R.EN. Rhône-Alpes, 2000).

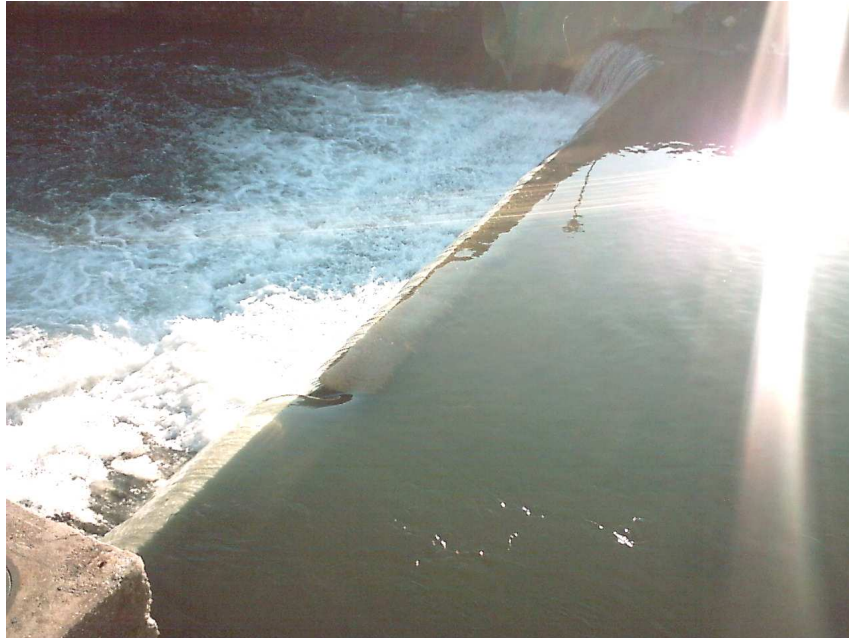


Photo 30 : Seuil sur le Gier à Rive-de-Gier (Y. BENMALEK, 06.01.2005)

Le Gier. Après des décennies d'utilisation industrielle, le Gier réapparaît au jour sur un kilomètre sur le site de l'ancienne gare de Rive-de-Gier. La nouvelle ressource est un élément d'agrément paysager notamment par le biais du Contrat de Rivière. Non content de découvrir le cours d'eau, la volonté des communes urbaines est à terme de pouvoir permettre à leurs habitants d'effectuer des parcours de redécouverte du patrimoine de la ville autour du cours d'eau.

En 1975, le Gier était un collecteur d'égouts sur tout son cours de Saint-Chamond jusqu'à Givors. En 1989, les eaux du Barrage du Couzon contenaient un faible taux de nitrates et de phosphates. Le 15 mai 1998, la brigade départementale de l'O.N.E.M.A. a effectué des analyses de la qualité hydrobiologique et physico-chimique du Janon au pont des Adrets. La qualité de l'eau était satisfaisante. La qualité de l'eau n'était pas bonne en 2001 sur le Langonnand (Sorbiers) et sur le Ricolin (Saint-Jean-Bonnefonds), deux affluents du Gier. Le Langonnand recevait des effluents d'hydrocarbures et des nettoyages de chantier.

Cinquième partie : Quelle est la qualité des cours d'eau ?

D'après Coyne et Bellier et le Cabinet Trébaol, en décembre 2002, « les campagnes Aquascop d'août et octobre 2000 ont mis en évidence les qualités suivantes pour le Gier en aval de Rive-de-Gier :

- qualité « matières organiques et oxydables » : très bonne en août, bonne en octobre
- qualité « matières azotées » : passable en août et octobre
- qualité « matières phosphorées » : passable en août et très mauvaise en octobre »

« Sur le Bassin versant du Gier, 8 exploitations en 2000 s'étaient engagées dans un P.M.P.O.A., dont 3 avaient achevé les travaux. [...] Le Contrat de Pays du Gier a également contribué à la mise en œuvre de méthodes et de pratiques conduisant à une réduction des pollutions agricoles. Entre 1993 et 1998, 37 exploitations avaient bénéficié d'aides. » (ASCONIT CONSULTANTS, 2004).

2.5 L'Ondaine et ses affluents

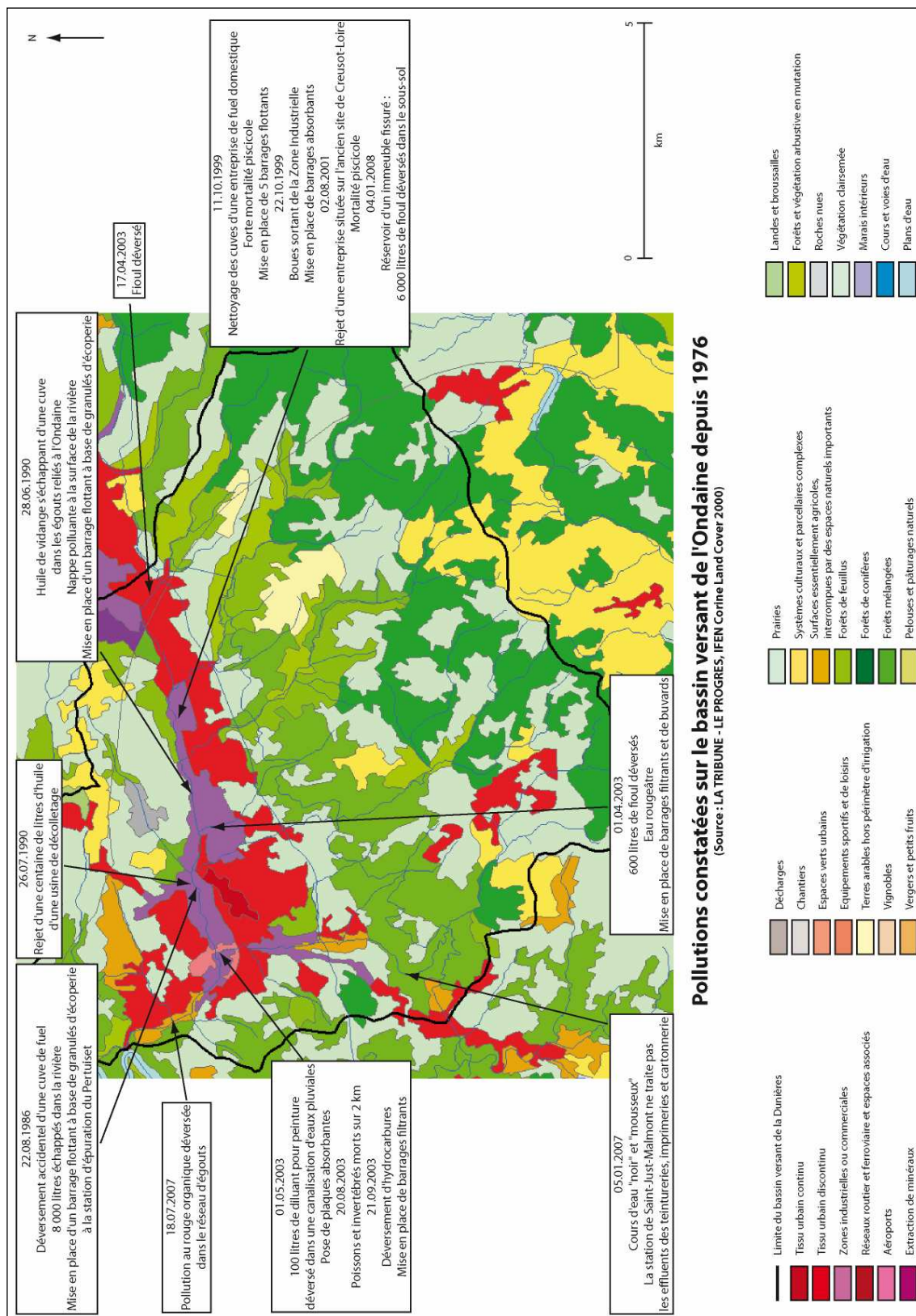


Figure 246 : Les épisodes de pollution sur le Bassin versant de l'Ondaïne entre 1976 et 2009 (LA GAZETTE SAINT-ETIENNE METROPOLE, LA GAZETTE HAUTE-LOIRE, LA TRIBUNE - LE PROGRES)

Cinquième partie : Quelle est la qualité des cours d'eau ?

En juin 2003, R. CHAZAL, Président de l'A.A.P.P.M.A. du Chambon-Feugerolles, déclarait : « *Le Cotatay, l'Echapre, le Valchérie sont d'excellente qualité. Ils sont même classés en 1^{ère} catégorie tout comme une partie de l'Ondaine.* »

Le Cotatay a longtemps été réputé pour la qualité de ses eaux. Vingt-deux usines prenaient place autrefois sur ses rives.

L'Egotay, affluent de l'Ondaine, était aussi réputé pour la qualité de ses eaux. De nombreuses blanchisseuses venaient laver leur ligne aux lavoirs et aux lavandières d'Unieux. Depuis la fin des années 1960, la qualité du cours d'eau s'est dégradée. En novembre 2002, l'Egotay recevait encore les eaux usées de la zone Charles et de la cité de Beaulieu, situées sur la commune de Roche-la-Molière, les rejets domestiques du hameau de Bécizieux à Saint-Victor-sur-Loire via un collecteur d'eaux usées et d'autres rejets agricoles et industriels non traités. Roche-la-Molière ne fait pas partie du S.I.V.O. La pollution provenant de Saint-Victor-sur-Loire est estimée à l'équivalent d'une production de 800 habitants.

La Gampille. Les premières traces de pollution de cet affluent de l'Ondaine ont été relevées en 1964. En 1989, l'Agence de Bassin Loire-Bretagne s'est engagée auprès du Département de la Haute-Loire à stopper les problèmes de pollution de la Gampille et de son affluent le Combobert, provoqués par la décharge de Saint-Just-Malmont et du mauvais fonctionnement de la station d'épuration. C. GRANGER, Maire de Saint-Just-Malmont, assure que la pollution du Combobert disparaîtra à partir de septembre 2009.

Le Lizeron, dont la superficie du bassin versant est de 22 km², se jette dans la retenue de Grangent. L'eau de la rivière était toujours de très mauvaise qualité en 2003, malgré la présence de deux stations d'épuration de Roche-la-Molière, mises en service en 1983 et en 1997. Il y a une très forte présence de nitrites et de phosphates, car un tiers des eaux usées n'étaient pas traitées et rejetées directement dans le cours d'eau. Tous les quartiers de Roche-la-Molière n'étaient pas raccordés au réseau d'assainissement.



Photo 31 : L'Ondaine au Quartier du Bas-Mas à Firminy (Y. BENMALEK)

L'Ondaine. Les causes de la pollution « historique » de la rivière Ondaine sont multiples :

- l'industrialisation de la vallée, très ancienne
- les rejets directs des eaux usées dans la rivière
- la taille réduite du bassin versant qui donne la prépondérance aux rejets urbains en période d'étiage

En 1989, l'association « Pour une nouvelle citoyenneté » a organisé une descente en canoë-kayak de l'Ondaine à Unieux. L'objectif était de faire prendre conscience aux pouvoirs publics de la nécessité de « *programmer la réalisation du collecteur d'égout de la vallée afin de rendre efficace la station d'épuration de la Noirie et de supprimer les nuisances dues à ces égout à ciel ouvert.* » La D.D.A.S.S. a interdit la pêche à l'embouchure de la rivière avec la Loire.

Le rapport Saunier sur la pollution de l'Ondaine est paru en avril 1990. Les volumes d'exhaure étaient alors de $3\,000\text{ m}^3 / \text{j}$ pour les puits de La Béraudière et de Montrambert. Les concentrations en sulfate étaient très élevées : plus de $2,5\text{ g / l}$. Les concentrations de résidus secs étaient elles aussi importantes : 4 g / l . L'Ondaine était alors classée Hors Catégorie. En 1991, l'Ondaine et la Gampille, un de ses affluents, recevaient encore les eaux usées de certains quartiers.

En juin 1995, l'étude sur la qualité biologique des cours d'eau du Pilat classait l'I.B.G.N. de l'Ondaine à une valeur de mauvaise qualité. Le Club des Entrepreneurs de

Cinquième partie : Quelle est la qualité des cours d'eau ?

l'Ondaine, l'Ecole des Mines de Saint-Etienne, le Pôle de l'Eau et le S.I.V.O. ont mené des actions de sensibilisation vers les industriels pour la réduction des déchets.

Avant 1945, les saumons remontaient l'Ondaine. En 2000, les truites étaient de retour dans l'Ondaine, dénotant une amélioration de la qualité de l'eau. 35 M € ont été investis dans les collecteurs d'eaux usées et dans la station d'épuration du Pertuiset pour que la qualité de l'eau de l'Ondaine soit améliorée. Parmi les points négatifs, le cours d'eau subissait toujours la présence d'eaux d'exhaures. Les équipes du S.I.V.O. ont dû retirer du cours d'eau animaux morts, grenades, hydrocarbures, machines à laver, mobylettes et obus.

Nom de la résurgence	Débit	Rejets en fer (mg / l)	Rejets en manganèse (mg / l)	Rejets en sulfates (mg / l)
La Fendue Lyon	150 m ³ / h (57 m ³ / h rejetés à la rivière)	16	5 400	1 082
Le Bas-Mas (Firminy)	> 100 m ³ / h	-	-	-
La Varenne, Montrambert et Malafolie (Le Chambon-Feugerolles)	-	2	-	546
La Tour (Firminy)	19 m ³ / h	4,8	-	257
Autres résurgences : collège du Chambon-Feugerolles, secteur Dorian (Firminy), La Roare et la ferme des Rieux (Roche-la-Molière) affluentes du Lizeron				

Tableau 66 : Les résurgences des eaux d'exhaures dans la Vallée de l'Ondaine à la fin de l'année 2002 (O.N.E.M.A. 42)

Les mines ne sont plus exploitées dans la Vallée de l'Ondaine depuis 1983. Le sous-sol de la vallée recèle 304 galeries. Pour faire face aux remontées des eaux d'exhaure, les techniciens du S.I.V.O. de la Vallée de l'Ondaine envisageaient en 2002 un traitement par lagunage. Fin 2002, les Houillères, héritières des anciennes concessions de Firminy, Montrambert (Le Chambon-Feugerolles) et de Roche-la-Molière, souhaitaient se débarrasser de la responsabilité du sous-sol. Ces eaux d'exhaure étaient à l'époque pompées mais rejetées en partie dans le lit du cours d'eau.

Cette solution étant coûteuse, les Houillères ont proposé en mars 2003 l'interconnexion des résurgences du Bas-Mas et de la Fendue-Lyon, pour diluer la pollution dans une eau plus abondante. Si la pollution était encore trop élevée, l'interconnexion était alors proposée jusqu'à la Loire. Il a fallu attendre début 2008 pour qu'une solution locale soit avancée.

Cinquième partie : Quelle est la qualité des cours d'eau ?

La société Charbonnages de France a proposé la réalisation de deux bassins de lagunage à proximité du rond-point du Marais au Chambon-Feugerolles, et près de la résurgence de la Fendue Lyon. Un traitement par roseaux devait être réalisé avant que l'eau épurée ne soit rejetée dans l'Ondaine. Le taux de fer et de manganèse serait divisé par 17.



Photo 32 : Affluent canalisé de l'Ondaine au Chambon-Feugerolles (Y. BENMALEK, 09.05.2009)

Malgré les efforts du personnel du S.I.V.O. et le retour de huit espèces de poissons dans l'Ondaine (dont les chabots, goujons, vairons, loches franches et truites), les sources de pollution de la rivière étaient encore potentiellement importantes en 2003. Le matériel industriel n'est pas totalement étanche. Les déchets étaient parfois stockés à proximité du cours d'eau. Le nettoyage des ateliers s'effectuait encore au jet d'eau. Ce n'est qu'au printemps 2004 que les entreprises de la vallée ont entrepris de modifier certaines pratiques pour la protection de la ressource en eau. 200 entreprises sur 1 800 étaient concernées par le volet industriel du Contrat de Rivière « Ondaine », une procédure entamée en avril 2002. Le risque pénal en cas de pollution des eaux est de 2 ans d'emprisonnement et de 75 000 € d'amende, ainsi que les frais de remise en état du milieu à l'état précédant la contamination (si possible...). Le cours d'eau était encore jonché de bouteilles, de ferrailles et de pneus. Les quantités récoltées étaient quand même en diminution depuis plusieurs années. Pour J.-M. PARDO, du S.I.V.O., il y a plusieurs explications : *« Le nouveau visage limpide et clair des cours d'eau de la vallée peut culpabiliser les auteurs et les freiner dans leur acte.*

Cinquième partie : Quelle est la qualité des cours d'eau ?

[...] Les collectes d'encombrants ou les déchetteries ont contribué à diminuer les pratiques malveillantes. [...] Les communes nettoient davantage leur voirie et rejettent moins de déchets dans les rivières. »

« La mise en place d'un nouveau collecteur et la réhabilitation de la station ont conduit à retrouver très rapidement une qualité des eaux bien meilleure [...] Avec l'arrivée de la commune de Roche-la-Molière dans le giron du S.I.V.O. et le déversement dans le collecteur commun des effluents d'environ 800 habitants de la zone du Puits Charles qui, jusque là, se déversaient dans le petit ruisseau de l'Egotay, l'Ondaine a fait un pas de plus vers la clarification. » (ASCONIT CONSULTANTS, 2004).

2.6 La Semène et ses affluents

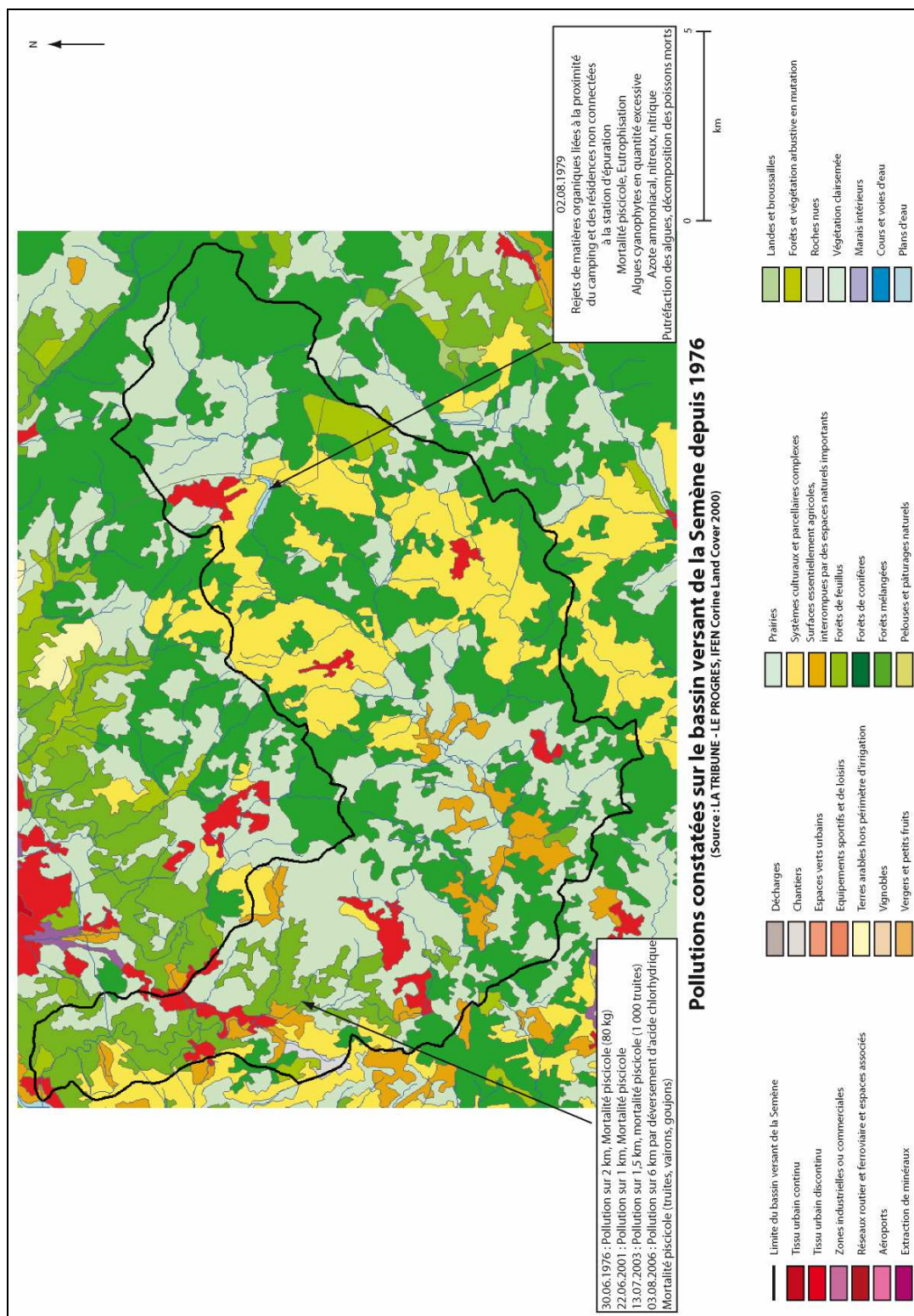


Figure 247 : Les épisodes de pollution sur le Bassin versant de la Semène entre 1976 et 2009 (LA GAZETTE SAINT-ETIENNE METROPOLE, LA GAZETTE HAUTE-LOIRE, LA TRIBUNE - LE PROGRES)



Photo 33 : La Semène au Pont de Malzaure à Jonzieux (Y. BENMALEK)

En juin 1995, l'étude sur la qualité biologique des cours d'eau du Pilat classait l'I.B.G.N. de la Semène à une valeur de mauvaise qualité en aval de Saint-Genest-Malifaux. Plus en aval, c'est la cartonnerie du Crouzet qui est l'objet des critiques du Collectif de défense de la Semène. Les hameaux du Crouzet, de l'Hermet-Bas et le bourg de Pont-Salomon auraient ainsi été touchés par les mauvaises odeurs et à pollution dus aux rejets de l'usine. Un arrêté de 1997 interdirait tout prélèvement dans la Semène si le débit du cours d'eau était inférieur à $0,045 \text{ m}^3 / \text{s}$. Les gardes de l'O.N.E.M.A. ont relevé un débit de $0,01 \text{ m}^3 / \text{s}$ le 15 juillet 2003 en aval de la cartonnerie. La Banque HYDRO donne un débit journalier de $0,038 \text{ m}^3 / \text{s}$ ce jour-là à l'aval de la cartonnerie, et de $0,048 \text{ m}^3 / \text{s}$ à Jonzieux, en amont. En 1998, l'usine annonçait la construction d'une station d'épuration. La station de pompage de la Clare, qui alimente les communes de Saint-Didier-en-Velay et de la Séauve-sur-Semène, prélève aussi de l'eau.

Depuis la construction du Barrage des Plats jusqu'à aujourd'hui, la question de l'assainissement du bourg de Saint-Genest-Malifaux a toujours posé problème. Il y eut la pose d'un collecteur à la charge de la ville de Firminy, puis deux stations d'épuration. La qualité des eaux de la Semène était encore très dégradée à l'aval du barrage en 1999.

En 2005, la qualité de l'eau de la Semène est suivie sur 9 points de mesure par les services des Conseils Généraux de la Loire et de la Haute-Loire. La vidange du Barrage des Plats ne s'est pas déroulée comme prévu. Elle a été lancée le 30 septembre 2005. Le 21

octobre, la Préfecture de la Haute-Loire a mis en place une cellule de vigilance. Les services de l'Etat et la Compagnie Générale des Eaux ont réalisé deux mesures de qualité de l'eau par jour. La Préfecture a demandé aux éleveurs de retirer leur cheptel de l'eau.

Un culot de boue s'est échappé de la retenue dans la nuit du 18 au 19 octobre. La mairie de Firminy a précisé l'origine du problème : *« Tout se déroulait bien lorsqu'une partie des 4 mètres de boue situés au pied du barrage s'est effondrée, probablement à cause de la pluie qui est tombée cette nuit-là. La boue est alors passée par la vanne de fond. »*

Le taux de N.T.U. s'est élevé alors à 4 000 unités à la sortie du barrage. La teneur en M.E.S. et en ammoniacque était très élevée. L'eau de la Semène a été polluée pendant cinq heures d'affilée. Une unité mobile de traitement a été installée à hauteur de la station de traitement de la Clare pour continuer à alimenter en eau potable les communes de Saint-Didier-en-Velay et de La Séauve-sur-Semène. La capacité de production était de 100 m³ / h, soit l'équivalent de la station de la Clare en temps normal. Malgré cela, la station de traitement a été fermée le soir du 25 octobre. Les deux communes ont dû se contenter de l'eau présente dans les réservoirs avant que la station ne soit ouverte de nouveau. Le Préfet de la Loire avait envisagé un approvisionnement en eau potable par le biais de citernes et de bouteilles dans le cas où la situation aurait perduré.

Dans le réservoir, seulement 25 % des poissons ont pu être récupérés. A l'aval du Barrage des Plats, il y eut une mortalité piscicole sur près de 3 km. La pisciculture de Jonzieux a été détruite. 1 575 kg de poissons ont été envoyés à l'équarrissage. Le 20 octobre, les A.A.P.P.M.A. « La Truite des Grands Bois », d'Aurec-sur-Loire, de Pont-Salomon, de Saint-Didier-en-Velay et la pisciculture de Jonzieux ont porté plainte contre la ville de Firminy. Le 21 octobre, la Préfecture de la Haute-Loire a fait réaliser deux relevés par jour de qualité de l'eau, en supplément des relevés effectués par Véolia Environnement. La vidange a pris fin le 22 novembre 2005. Pendant trois semaines, entre mars et avril 2006, les boues déposées par la Semène lors de la vidange ont été récupérées. Cela a permis l'inspection du mur. Comme sur le Barrage de Grangent, la question de l'évacuation des boues internes du Barrage des Plats est posée. Il y aurait une épaisseur de 5 mètres au pied de l'ouvrage.

2.7 Les ruisseaux des ravins rhodaniens



Photo 34 : Le Régrillon, affluent de la Valencize, à Pélussin (Y. BENMALEK, 16.04.2004)

Les cours d'eau des ravins rhodaniens ne sont pas à l'abri de la pollution. Le Limony a été pollué depuis 1983 par une entreprise de teinturerie. La Préfecture de la Loire a ordonné à cette entreprise de construire une station d'épuration. La canalisation qui était raccordée à cette station aboutissait à la réserve naturelle de l'île de la Platière.

En juin 1995, l'étude sur la qualité biologique des cours d'eau du Pilat classe l'I.B.G.N. du Batalon, affluent du Malleval et du Rhône, à une valeur de mauvaise qualité sur deux points de mesure situés sur la commune de Maclas. La qualité de l'eau sur le Batalon ne s'était pas améliorée en 2001, à cause d'un certain nombre de rejets domestiques sur le haut bassin versant. L'opération coordonnée lancée par le S.I.V.U. du Batalon avait pour but de permettre une auto-épuration du cours d'eau.

L'ensemble des cours d'eau de la zone d'étude ou presque sont affectés à un endroit ou à un autre par un facteur déclencheur de pollution. Les différents contrats de rivière, dont certains se sont succédés sur le même cours d'eau (Gier), les opérations de reconquête urbaine et les politiques menées envers les industriels ont permis de limiter ces facteurs de pollutions à quelques secteurs tenaces.

Cinquième partie : Quelle est la qualité des cours d'eau ?

La pollution est aujourd'hui limitée dans le temps et dans l'espace et ne se produit réellement que lors d'incidents, en raison de la proximité d'installations diverses avec le cours d'eau. Certains secteurs sont donc encore « tenaces » et méritent qu'on y accorde une attention particulière, d'autant que la cause est clairement identifiée.

Chapitre 3 : Les problèmes ponctuels de qualité de cours d'eau

Fin mars 1997, l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne a lancé à Saint-Etienne son 7^{ème} programme (1997-2002). L'objectif prioritaire était de « *résorber les derniers gros foyers de pollution* ». Le deuxième objectif était d'avoir une « *eau de meilleure qualité au robinet* ». D'après R. SURJOURS, Président de la commission géographique Allier – Loire Amont, « *beaucoup de petits captages, situés dans des communes rurales sont mal protégés contre les pollutions domestiques, industrielles et agricoles.* »

3.1 La Loire à Saint-Victor-sur-Loire et la question de la pollution du Barrage de Grangent



Photo 35 : La Plage de Saint-Victor-sur-Loire et le plan d'eau de Grangent (Y. BENMALEK, 18.06.2006)

3.1.1. La surface de la retenue : des problèmes de pollution temporels mais divers

Date	Lieu	Cause de la pollution	Dégâts	Solutions apportées
05.12.1980	De la Zone Industrielle du Buisson à Roche-la-Molière à la retenue de Grangent	18 000 litres de texol D 77 déversés dans le Lizeron	-	-
18.09.1981	Les Ollagnières à Aurec-sur-Loire	500 litres de caoutchouc-mousse déversés d'une usine	-	-
19.07.1992	De la Zone Industrielle d'Aurec-sur-Loire à Saint-Paul-en-Cornillon	200 litres d'hydrocarbures déversés depuis la Zone Industrielle	-	Barrages flottants
25.08.1994	De Monistrol-sur-Loire à Aurec-sur-Loire	-	300 kg de poissons morts (chevesnes, hotus et poissons blancs) Conséquence : pêche et baignade interdites	Barrage flottant
24.08.1997	Malvallette, Vorey-sur-Arzon, Beauzac, Monistrol-sur-Loire, Bas-en-Basset, Aurec-sur-Loire	Température excessive de l'eau, débit trop faible de la Loire, manque d'oxygène (Source : services de la D.D.A.S.S. et de la F.D.P.P.M.A 43)	10 tonnes de poissons morts, 4 tonnes à Retournac et 1 tonne à Aurec-sur-Loire Conséquence : baignade interdite à Aurec-sur-Loire, canotage interdit	-

Tableau 67 : Les épisodes de pollution sur la retenue de Grangent entre 1975 et 2009 (LA GAZETTE SAINT-ETIENNE METROPOLE, LA GAZETTE HAUTE-LOIRE, LA TRIBUNE - LE PROGRES)

Le plan d'eau était eutrophisé de juillet à novembre 1990. Le bateau « Pélican » était en 1990 l'instrument de nettoyage des 80 km de berges du plan d'eau. L'opération de nettoyage avait lieu quatre semaines par an.

A l'été 1993, les cyanobactéries (toxiques) étaient toujours présentes dans le lac de Grangent, plus particulièrement au niveau du pont du Pertuiset et au niveau du tunnel S.N.C.F. (en aval). Les bactéries profitent d'un apport excessif de sels minéraux, d'azote (rejets agricoles notamment), et de phosphore (rejets urbains et industriels). L'association « Grangent Environnement », qui dispose de moyens limités, intervient elle aussi sur le nettoyage des berges de la retenue où elle a collecté des objets divers : bois, bouteilles en plastique, en verre, casques de motos, fûts métalliques, jouets, mousse polyuréthane,

palettes, pneus, polystyrène et roues. Les associations de protection de l'environnement pointent du doigt le mauvais rendement des stations d'épuration d'Aurec-sur-Loire, de La Noirie et de Saint-Just-Malmont.

En 1996, une enquête conjointe du Ministère de la Santé et du Ministère de l'Environnement a conclu que les eaux du Barrage de Grangent étaient de mauvaise qualité. Le Conseil Général de la Loire a alors souhaité installer un système d'oxygénation artificielle de l'eau, pour lutter contre les cyanophycées. Ce système est mis en route à chaque fin du mois de juillet, depuis 1997, jusqu'au 15 octobre. Un compresseur sur la rive insuffle de l'air dans les tuyaux, pour freiner le développement des algues vertes. L'investissement de 3,5 MF (0,534 M €) a été financé par l'Agence de Bassin Loire-Bretagne, le Conseil Général de la Loire, E.D.F., l'E.P.A.L.A et l'Union Européenne. Les résultats de cette opération sont apparus comme limités. R. FAURE, Président de la F.R.A.P.N.A., a affirmé qu'il s'agissait d'un « *traitement de confort pour la Loire qui est malade et gravement intoxiquée* ».

Les cyanobactéries coloraient le lac le 14 août 1997, mais la baignade n'a pas été interdite. « *La photosynthèse étant dépendante de l'énergie lumineuse et de la température, la production d'oxygène est maximale en été dans l'épilimnion des lacs. Dans l'hypolimnion, la respiration des algues, des bactéries et des animaux entraîne en revanche une réduction progressive de la teneur en oxygène. La décomposition par les bactéries aérobies des cadavres et des détritiques tombés au fond en consomme également des quantités considérables. [...] Dans les milieux très riches en matière organique (lacs « eutrophes »), la forte production algale peut entraîner d'importantes sursaturations de l'épilimnion, la concentration en oxygène atteignant parfois 200 % de la teneur en saturation. Le déficit en oxygène des eaux profondes peut au contraire atteindre l'anoxie en raison de l'accumulation excessive de matière organique en voie de décomposition. Le brassage de l'eau par le vent est indispensable pour assurer la diffusion des gaz dans les écosystèmes aquatiques.* » (G. LACROIX, 1993).

Le brassage des eaux superficielles était une procédure inscrite dans la Charte pour l'environnement de la Loire (« *d'avril à octobre 1997, un programme d'actions quinquennal qui se décline en 89 actions a été rédigé, pour un engagement financier des partenaires de 770 MF (117,38 M €)* »). D'après l'évaluation de la Charte départementale pour l'environnement de la Loire, sur la thématique eau, en juillet 2001, « *La maîtrise d'ouvrage a été transférée au SMAGL au cours de l'année 2000. Le nombre de jours de fonctionnement du brassage a été de 32 jours en 2001.* » D'après ASCONIT

CONSULTANTS, « *Ce dispositif a subi de nombreuses altérations mais continue cependant de fonctionner. Son efficacité sur l'eutrophisation est variablement appréciée par les acteurs locaux.* »

En 1998, les communes adhérentes au S.M.A.G.L. (Caloire, Chambles, Saint-Etienne, Saint-Maurice-en-Gourgois, Saint-Paul-en-Cornillon, Saint-Rambert-sur-Loire et Unieux) ont financé pour 1,3 MF (0,198 M €) une barque en alu pour le nettoyage de Grangent. L'Union Européenne et le Conseil Général de la Loire ont aussi participé au financement. Avant 2004, le S.M.A.G.L. était chargé de l'entretien des gros corps flottants via une convention signée avec E.D.F. Depuis 2004, le S.M.A.G.L. n'assure plus les travaux d'entretien du plan d'eau.

Le 30 juin 2006, on a relevé la présence de chlorophycées (algues vertes) et de cyanophycées dans les eaux du lac de Grangent. Les cyanophycées apparaissent surtout entre juin et octobre. Elles éliminent les autres algues, ce qui nuit à la chaîne alimentaire piscicole au profit des poissons carnassiers. La qualité de l'eau est mesurée chaque semaine. Plus de 1 000 personnes peuvent se retrouver en été sur la plage de Saint-Victor-sur-Loire.

En mars 2006, les berges de Grangent ont été nettoyées par 30 bénévoles de l'Indépendance carpes, le Club carliste de Veauchette et le Club carliste 42. 50 sacs poubelles ont été remplis (des grillages, des pneus et un téléviseur ont été récupérés). En février 2007, le collectif des clubs carlistes du département de la Loire a relancé l'opération. Plus de 2 tonnes de déchets en tous genres (chaises, pare-chocs et pneus), sur 20 km, ont été récoltés. Ne serait-ce pas une preuve d'incivilité de voir autant de déchets collectés en l'espace d'un an ?

Le 1^{er} août 2007, la D.D.E.A. et le Préfet de la Loire ont recommandé de ne pas consommer les perches et les sandres du lac de Grangent, car leur teneur en mercure était trop élevée (taux légèrement supérieur au seuil réglementaire de 0,5 mg / kg). La retenue contient davantage d'espèces thermophiles, capables de vivre à une température élevée, et peu exigeantes en matière de qualité de l'eau. Le taux de P.C.B. était alors inférieur à la norme européenne de 0,8 mg / kg.

La crue de novembre 2008 a charrié de nombreux débris dans la retenue : bois souillé à valeur économique nulle, tôles et même caravanes, arrachées au Camping de Bas-en-Basset comme en septembre 1980. Le coût de l'opération de nettoyage s'élève à 100 000 €. E.D.F. et le S.M.A.G.L. sont chargés du nettoyage du plan d'eau. En février 2009, 200 m³ de corps flottants ont été extraits.

3.1.2. Le nettoyage du fond de la retenue : à quelle échéance ?

Suite à la fermeture de nombreuses usines, et à la crise économique qui sévit dans la Vallée de l'Ondaine depuis les années 1970, de nombreux ateliers ont fermé leurs portes. Si les conséquences socio-économiques sont forcément négatives, les apports de matériaux toxiques par la rivière à la retenue ne représentaient plus que 20 % de leur volume après la vidange de 1967.

En 1980, le volume de boues au fond du réservoir de Grangent était estimé à 300 000 m³. Il était alors question de curer ces boues. En juin 1985, le volume de schlamm (résidus de lavage du charbon) charriés par l'Ondaine était estimé à 300 000 m³.

Le Groupement Régional de la Production Hydraulique E.D.F. de Saint-Etienne estimait en 1987 que 800 000 tonnes de sédiments « naturels » s'étaient accumulées en amont de la retenue, ainsi que 320 000 tonnes de schlamms acheminés par l'Ondaine. Cela représentait 450 000 m³ de sédiments soit 0,8 % de la capacité totale de l'ouvrage.

Le 26 juillet 1989, le conseil syndical de l'E.P.A.L.A. annonçait le traitement de 300 000 m³ de boues. La quantité exacte de sédiments présente au fond de la retenue est donc difficilement estimable. Le devenir de ces boues reste aussi en suspens.

En 1990, les apports de phosphore étaient estimés à 500 kg par jour, dont 180 kg sortaient de la retenue. Le collectif Association Information Ecologie estimait que 1,2 M m³ de boues reposaient au fond de la retenue.

En janvier 1992, le Directeur du laboratoire de biologie animale de la Faculté des Sciences de l'Université Jean-Monnet de Saint-Etienne, M. BUISSON, estimait que le Département de la Haute-Loire était le principal responsable des apports excessifs en azote et en phosphore dans la retenue de Grangent. La concentration de ces apports serait variable au cours de l'année.

En mars 1995, le volume des boues déposées au bec de l'Ondaine était estimé à 40 000 m³. Le coût de l'extraction des boues est évalué alors à 14 MF. Le volume total des boues déposées dans l'ensemble de la retenue était évalué entre 1,5 et 2 M m³, ce qui représente 1,3 Mt. Deux tiers des sédiments auraient été apportés par le fleuve, et un tiers par les affluents (Ondaine principalement). Parmi les sédiments, on trouvait en faible quantité du cadmium (Cd) et du mercure (Hg), ainsi que du nickel (Ni). La hauteur de sédiments était environ de 5 mètres au confluent Ondaine – Loire. D'après J. DEVEAUX, hydrobiologiste et professeur d'écologie à l'Université, « *Le Puy rejette dans la Loire 370*

Cinquième partie : Quelle est la qualité des cours d'eau ?

tonnes de phosphore par an, à cause des lessives phosphatées, des rejets de WC. [...] Tout ce phosphore permet le développement d'une quantité énorme d'algues microscopiques, qui absorbent l'oxygène contenu dans les eaux, et dans certaines conditions météo (chaleur, orage), la baisse de cet oxygène dissous fait crever les poissons : en dessous de 4 mg d'oxygène par litre, les poissons ne vivent plus. »

La décharge du Pateux, construite par la société Bennes Marrel en 1972 sur la commune de Roche-la-Molière, laisserait s'écouler dans le barrage une pollution d'environ 30 000 E.H. Le ruisseau était chargé de chlore, de nitrates et de sulfates. La station d'épuration de la décharge a été arrêtée en juillet 1994 pour dysfonctionnement. La décharge reçoit aujourd'hui les boues de la station d'épuration de la Noirie (Le Pertuiset), où elles sont enterrées au centre d'enfouissement technique. Il y a un projet d'incinération de ces boues dans la future centrale d'incinération interdépartementale de Loire-sur-Rhône (Département du Rhône).

En juillet 1995, le Conseil Général a estimé à 32 MF (4,88 M €) le chantier de dépollution du Barrage de Grangent. L'opération devait s'étaler sur un an.

En janvier 1996, les boues du Barrage de Grangent n'ont toujours pas été traitées. Par la voix de son Président, E. DOLIGE, l'E.P.A.L.A. proposait à nouveau un financement pour la dépollution du barrage. C'est le Conseil Général de la Loire qui a financé une partie du nettoyage des sédiments de la retenue, à la confluence Ondaine – Loire.

Le 22 février 1999, le Préfet de la Loire ne se faisait guère d'illusion sur le traitement des boues. Il estimait que le traitement de 1,8 M m³ coûterait entre 200 et 1000 MF (30,49 M € à 152,449 M €). L'intervalle traduisait alors les nombreuses possibilités d'effectuer cette opération, mais dans tous les cas son coût paraissait exorbitant. Cette proposition ne traitait pas de la question du devenir et du stockage ultérieur de ces boues.

En 2001, le Collectif Loire Amont Vivante estimait que le Barrage de Grangent stockait 3 Mt de sédiments. En profondeur, on relève la présence d'ammoniac, de méthane et d'hydrogène sulfuré.

Le 21 septembre 2007, une dizaine de membres du collectif Loire amont vivante ont dénoncé la présence de « 3,5 M m³ de sédiments dont des dizaines de milliers de mètres cubes hautement toxiques ».

Voici l'évolution de l'estimation du volume des sédiments déposés au fond du Barrage de Grangent, en fonction des années :

Cinquième partie : Quelle est la qualité des cours d'eau ?

Années	Volume de sédiments en M m ³
1957	0
1980	0,3
1987	0,45
1990	1,2
1995	1,5
2007	3,5

Tableau 68 : Volume estimé des sédiments au fond de la retenue de Grangent

Depuis 1967, la question du nettoyage du fond de la retenue est donc évoquée mais toujours pas réalisée. Le précédent Préfet de la Loire, C. DECHARRIERE, n'était pas très inquiet : *« La qualité de l'eau n'est pas remise en cause par la présence de sédiments. Au contraire, ces sédiments piègent certains éléments potentiellement toxiques non solubles dans l'eau. »*

La vision des responsables d'E.D.F. Concessionnaire du barrage pour une durée de 75 ans, E.D.F. a une vision beaucoup plus optimiste de la situation, si l'on en croit les responsables locaux. Le 22 juin 1998, M. LASSERRE, Responsable de l'exploitation hydraulique au département technique d'E.D.F. Energie-Rhône-Auvergne affirmait que *« les sédiments du barrage contiennent quelques produits toxiques à faible taux issus du passé industriel de la Vallée de l'Ondaine qui ne posent aucun problème pour la qualité de l'eau »*. Les 2 et 3 juin 1999, E.D.F. a organisé un congrès d'hydroécologie au Centre des Congrès de Saint-Etienne. Le Barrage de Grangent aurait un rôle épurateur des eaux de la Loire : *« la retenue joue naturellement un rôle d'épurateur puisque seule la moitié de MES entrées dans la retenue en ressortent. [...] A Aurec l'eau est de qualité moyenne. Cette qualité se dégrade fortement une fois que l'Ondaine s'est déversée dans la Loire pour donner une eau de mauvaise qualité. A sa sortie du Barrage de Grangent, la qualité de l'eau de la Loire trouve globalement le niveau moyen qu'elle avait à Aurec. »* La qualité de l'Ondaine a nettement progressé depuis cette époque. Sur le plan de la qualité hydrobiologique de l'eau, les analyses d'E.D.F. abondent dans le sens de ce qui est observé depuis plusieurs décennies dans la retenue : *« Les processus biologiques dans la retenue améliorent les bilans d'azote et de phosphore. Cela se fait au prix d'une dégradation de l'oxygénation et d'une sédimentation organique importante. »*

3.1.3. La question de la vidange du barrage

La première vidange décennale du Barrage de Grangent, la seule vidange totale à ce jour, eut lieu en 1967. A cette date, il était estimé que l'Ondaine avait apporté 200 000 tonnes de boues à la retenue (ce qui représentait 38 kg par minute !). Ces boues sont composées de fer, de manganèse, de zinc et de nickel. 800 000 tonnes de vase ont été évacuées vers l'aval à l'occasion de cette vidange totale, ce qui a entraîné de graves problèmes pour l'alimentation en eau potable jusqu'à la région d'Orléans. Les puits ont été colmatés par la vase. Il a fallu attendre 1974 pour retrouver une situation en apparence conforme à l'avant-vidange sur le fleuve.

La deuxième vidange décennale du Barrage de Grangent eut lieu à partir du 21 septembre 1977. Le niveau de l'eau a été ramené à la cote 404 le 23 septembre. A cette cote, le volume de la retenue n'est plus que de 22 M m³. La cote minimum est la cote 370. L'Agence de l'Eau Loire-Bretagne a chargé le laboratoire municipal stéphanois d'effectuer les relevés. Pendant la vidange, la baignade, la pêche, les activités nautiques, l'accès à la plage de Saint-Victor-sur-Loire ont été interdits par arrêté municipal. La vidange s'est déroulée sans incident majeur. Les installations ont été contrôlées par une visite subaquatique. E. MASSARDIER, Président des sociétés de pêche de la Loire, dressa alors le bilan : *« Quelques dizaines de kg de poissons sont morts par asphyxie. Ce sont essentiellement des poissons de fond, là où l'oxygène a disparu en 1^{er} lieu, [...] soit des brèmes et des sandres. [...] Les écrevisses dans la région du Pertuiset et de Saint-Paul-en-Cornillon ont payé un lourd tribut. »* Le taux d'oxygène a été très diminué.

Treize points de prélèvements de l'eau ont été implantés entre le mur du barrage et la queue de la retenue, à Aurec-sur-Loire. L'embouchure de l'Ondaine était le point où la qualité de l'eau était la plus dégradée. Les boues déversées par la rivière atteignaient alors une hauteur de 10 mètres. L'eau était oxygénée uniquement sur les cinq premiers mètres du réservoir, avec une teneur inférieure à 4 mg / l. Le 27 septembre, le taux d'oxygène était de 2 mg / l en surface (6 mg / l avant vidange), et de 0,7 mg / l à une profondeur de 30 mètres (2,5 mg / l avant vidange). On a constaté une mortalité de blêmes, d'écrevisses américaines et de sandres, soit 50 kg de poissons morts au total. Une boue noirâtre s'est déposée sur les abords de la retenue, qui faisait office de poubelle : on y a relevé nombre de barques, caravanes, motos, voiliers et voitures.

Cinquième partie : Quelle est la qualité des cours d'eau ?

La troisième visite de sécurité du Barrage de Grangent eut lieu entre les 18 et 30 juin 1987. La vidange n'a pas eu lieu à cette occasion car E.D.F. a demandé et obtenu une dérogation au Ministère de l'Industrie, lui permettant de maintenir l'ouvrage à la cote 420. L'inspection générale de l'ouvrage a donc eu lieu sans vidange, par une visite subaquatique.

La C.L.I.C. a été créée par arrêté préfectoral en 1995. Elle est composée des représentants de l'Agence de l'Eau, des associations écologistes, de pêche et de chasse, des collectivités territoriales, de l'E.P.A.L.A., d'E.D.F., du milieu professionnel, des représentants des usagers de l'eau et des services de l'Etat (Préfecture, D.R.I.R.E.). A l'origine, c'est une structure de concertation pour la vidange partielle du Barrage de Grangent.

Reportée d'un an par le Préfet²⁴ pour risque de pollution et pour permettre aux communes situées en aval de sécuriser leur alimentation en eau potable, une vidange partielle s'est déroulée en 1995-1996. La vidange a atteint la cote 404 au 1^{er} décembre 1995. L'eau est remontée à 420 mètres au 1^{er} juin 1996.

La qualité physico-chimique de l'eau a été mesurée sur trois stations différentes, à l'aval du Barrage de Grangent et à hauteur du Barrage de Villerest et sur le Canal du Forez. La qualité hydrobiologique de l'eau a été mesurée en sept points différents. Les analyses ont été réalisées par le cabinet Gay Environnement de Grenoble, l'institut Pasteur, le laboratoire d'E.D.F., laboratoire municipal de Saint-Etienne et l'O.N.E.M.A.

E.D.F. s'est engagé au rempoissonnement de la retenue une fois la vidange terminée. Une vidange totale était prévue en 1999-2000.

Le 7 mars 2000, devant la C.L.I.C., le Préfet de la Loire, D. BUR, décide de substituer à la vidange de Grangent l'utilisation des techniques subaquatiques, après avoir obtenu l'avis favorable du secrétariat à l'Industrie. Il y avait les contraintes suivantes à la réalisation de la vidange : le déroulement entre début juillet et fin septembre, pour maîtriser le taux d'azote ammoniacal, le maintien d'un volume résiduel de treize mètres de hauteur, pour respecter les normes de M.E.S. Deux communes alimentées en eau potable par le Canal du Forez ne disposaient pas de solution palliative. La C.L.I.C. est alors composée de trois groupes de travail :

- préparation de la vidange partielle puis de la vidange totale et, depuis mars 2000, de la visite subaquatique

²⁴ L'article L-232-9 du Code Rural spécifie que les vidanges sont soumises à autorisation du Préfet.

- la qualité de l'eau (en amont, dans la retenue, et à l'aval immédiat)
- la gestion de l'aménagement (débit réservé, éclusées, écrêtement des crues). La dernière visite subaquatique de la retenue de Grangent a eu lieu en 2001. La prochaine doit avoir lieu d'ici fin 2010.

3.1.4. Des activités de loisirs fréquemment interrompues

D'après le Rapport d'évaluation de la politique de préservation de la ressource en eau destinée à la consommation humaine, *« les toxines algales sont produites par des algues microscopiques et particulièrement par des cyanobactéries qui se développent dans les retenues d'eau et les rivières artificiellement ralenties. La présence d'azote et de phosphore dans l'eau (eutrophisation) favorise la croissance des algues mais les conditions d'apparition de développements massifs de cyanobactéries avec production de toxines ne sont pas complètement élucidées. [...] Certains produits d'excrétion des algues sont toxiques pour le foie et le système nerveux. [...] La prévention des risques liés à l'ensemble des toxines doit reposer surtout, à court et moyen terme, sur une surveillance du développement des algues dans les retenues dont l'eau est utilisée pour la production d'eau potable et, à plus long terme, dans une diminution de la charge en azote et en phosphore des milieux aquatiques. »*

Le plan d'eau de Saint-Victor-sur-Loire est régulièrement tapissé d'algues. La fermentation des matières organiques consomme de l'oxygène et se traduit par une augmentation de l'azote et du phosphore. L'ensoleillement qui entraîne la montée de la température, les rejets à l'amont du barrage sont des facteurs favorables au développement des algues dans la retenue. La question a été soulevée par le Préfet de la Loire en 1974.

La municipalité stéphanoise a interdit la baignade sur le plan d'eau en août 1977, à cause de la présence de déchets en trop grand nombre à la surface du plan d'eau de Grangent. En 1978, les sources de pollution du fleuve à l'amont du Barrage de Grangent étaient multiples. Les tanneries déversaient leurs produits à Brives-Charensac et à l'aval du confluent avec la Borne (Haute-Loire). L'exploitation des gravières dans la région de Bas-en-Basset et la traversée d'Aurec-sur-Loire contribuaient à amplifier encore la pollution de la Loire.

Cinquième partie : Quelle est la qualité des cours d'eau ?

Le 2 septembre 1982, la baignade et la pratique des sports nautiques ont été interdites sur le plan d'eau, à cause de la présence importante d'algues vertes. D'après M. Romeyer, du laboratoire municipal de Saint-Etienne, la Haute-Loire déversait quotidiennement une tonne de phosphore dans la retenue.

Le 8 août 1986, un arrêté municipal a interdit la baignade à Saint-Victor-sur-Loire. Le laboratoire municipal de la Ville de Saint-Etienne a effectué des analyses de qualité sur le plan d'eau. Les activités de ski nautique et de voile n'ont été soumises à aucune interdiction. La baignade a été de nouveau autorisée le 16 août 1986.

Date de l'analyse	Temps normal	1 ^{er} juin 1986	7 août 1986	8 août 1986	16 août 1986
Visibilité en cm	150	100	80	40	100

Tableau 69 : La visibilité dans l'eau sur la plage de Saint-Victor-sur-Loire pendant l'été 1986 (LA TRIBUNE – LE PROGRES)

Retenue de Grangent		
Date des prélèvements	Coliformes totaux	Coliformes fécaux
4 juin 1986	39	1
24 juin 1986	100	1
8 juillet 1986	60	1
17 juillet 1986	250	1

Tableau 70 : Evolution de la qualité de la retenue de Grangent pendant l'été 1986 (LA TRIBUNE - LE PROGRES)

Le 13 août 1988, la baignade a été de nouveau interdite sur le site par arrêté municipal. La visibilité n'était plus que de 20 cm. Les cyanophycées ont recouvert la retenue de l'île de Grangent jusqu'au mur du barrage. D'après M. RICHARD, Directeur du laboratoire municipal stéphanois, ce type d'algues se trouve dans tous les plans d'eau eutrophisés dès que la température des eaux est supérieure à 24°C. Le 19 août, la visibilité était de 1,50 m.

La baignade a été interdite sur le plan d'eau du 24 au 30 juillet 1989. Les analyses de l'eau le 1^{er} août par le laboratoire municipal de Saint-Etienne affichaient des résultats médiocres pour la baignade.

L'Agence de Bassin Loire-Bretagne a alors déterminé les priorités pour diminuer les rejets de polluants dans la retenue. Il s'agissait de :

- l'extension de la station d'épuration du Puy-en-Velay
- l'achèvement de la station d'Aurec-sur-Loire
- l'adaptation de la station du Pertuiset

Cinquième partie : Quelle est la qualité des cours d'eau ?

La baignade a été interdite dans le plan d'eau de Saint-Victor-sur-Loire à partir du 12 août 1989, le 30 juin et le 1^{er} juillet 1990.

Date de l'analyse	Temps normal	30 juin 1990	5 juillet 1990
Visibilité en cm	150	60	140

Tableau 71 : La visibilité dans l'eau sur la plage de Saint-Victor-sur-Loire pendant l'été 1990 (LA TRIBUNE – LE PROGRES)

A l'occasion de la vidange de 1995-1996, par arrêté des Préfets de la Loire et de la Haute-Loire du 18 octobre 1995, ont été interdits du 1^{er} novembre 1995 au 1^{er} juin 1996 :

- la navigation des bateaux et la pratique des sports nautiques et d'activités de loisirs sur la retenue, depuis l'amont du pont d'Aurec-sur-Loire jusqu'au Barrage de Grangent
- la pêche et le ramassage des poissons à l'extérieur du périmètre de la retenue et sur le fleuve Loire, entre le pied du barrage et le pont de Saint-Just-Saint-Rambert
- la baignade à l'intérieur du périmètre de la retenue

Nous n'avons pas relevé de traces d'autres interdictions pendant la période estivale depuis cette époque.

3.2 La Loire à Veauchette (plaine du Forez)

Dès 1979, le Maire de Rive-de-Gier de l'époque, A. GERY, a mis en avant la pollution de la Loire à l'aval de Saint-Etienne. En 1982, la station d'épuration du Porchon laissait transiter une demi-tonne de phosphore dans la Loire.

Date	Lieu	Cause de la pollution	QJ Furan à Andrézieux-Bouthéon (m ³ / s)	QJ Loire à Montrond-les-Bains (m ³ / s)	Dégâts	Solutions apportées
01.08.1986	De la station d'épuration de Saint-Cyprien au pont autoroutier de Veauchette	-	1,04	5,75	Mortalité piscicole – 2 tonnes (carpes, anguilles, gardons et sandres)	Amélioration du taux de phosphore dans la Loire à l'aval de la confluence avec le Furan

Cinquième partie : Quelle est la qualité des cours d'eau ?

Date	Lieu	Cause de la pollution	QJ Furan à Andrézieux-Bouthéon (m ³ / s)	QJ Loire à Montrond-les-Bains (m ³ / s)	Dégâts	Solutions apportées
13.07.1989	Pont autoroutier de Veauchette	Température de l'eau : 24°C Très forte concentration d'ammoniaque	-	12,6	Mortalité piscicole – 7 tonnes (dont poissons-chats)	Station d'eau potable de Veauche fermée
23.05.2003	De la confluence de la Loire avec le Furan au pont autoroutier de Veauchette – 3 km	Forte concentration d'ammoniaque, taux d'oxygène sous le pont de la Loire : 0 mg / l (normes européennes : 6 mg / l)	1,01	7,02	Mortalité piscicole – 4 tonnes (brèmes, chevesnes, carpes, gardons et brochets)	Barrages filtrants Ouverture d'une vanne du Barrage de Grangent Station d'eau potable de Veauche fermée, raccordée au SIPROFORS
28.09.2003	Pont sur la Loire à Andrézieux-Bouthéon	-	2,37	6,61	Mortalité piscicole – 1 tonne	Station d'eau potable de Veauche fermée
29.07.2005	Pont autoroutier de Veauchette	-	0,795	4,81	Mortalité piscicole – 5 tonnes (carpes, brochets, sandres)	Ouverture d'une vanne du Barrage de Grangent Stations d'eau potable de Veauche et de Veauchette fermées
29.04.2007	Pont sur la Loire à Andrézieux-Bouthéon	-	1,78	5,15	Mortalité piscicole	-

Tableau 72 : Les épisodes de pollution sur la Loire à Veauchette entre 1975 et 2009 (LA GAZETTE SAINT-ETIENNE METROPOLE, LA GAZETTE HAUTE-LOIRE, LA TRIBUNE - LE PROGRES)

Cinquième partie : Quelle est la qualité des cours d'eau ?

« La Loire a donc connu trois graves pollutions en 2003. La Ville de Saint-Etienne, poursuivie en tant que personne morale, a été relaxée au tribunal. Des manquements de nature à engager sa responsabilité pénale n'ont pas été démontrés. »

Avec la mise en service de la nouvelle station d'épuration du Porchon, le Furan devrait passer en qualité moyenne et la Loire en bonne qualité. D'après les services techniques de la Ville de Saint-Etienne, la pollution organique dans la Loire à l'aval de la confluence avec le Furan devrait diminuer de 71 %, l'azote de 74 %, le phosphore de 72 %, les M.E.S. de 75 %.

3.3 La Semène au Barrage des Plats



Photo 36 : La Semène à l'aval du Barrage des Plats (Y. BENMALEK, 16.07.2006)

En 2005, une visite subaquatique sur le Barrage des Plats a révélé des fissures importantes, nécessitant réparation, des joints de dilatation ouverts et des reprises de bétonnage ouvertes. Le seuil de l'évacuateur de crue était décollé par endroits. Il y avait aussi une fuite d'eau sur le bas de la face aval du mur de l'ouvrage. Le barrage a mal supporté les températures élevées de l'été 2003. La ville de Firminy a alors décidé de vider complètement la retenue. Le Préfet de la Loire, M. MORIN, estimait alors que l'ouvrage pouvait céder si l'eau dépassait 8 mètres de hauteur.

Cinquième partie : Quelle est la qualité des cours d'eau ?

A. LARDON, Président de l'A.A.P.P.M.A. de Saint-Didier-en-Velay (Haute-Loire) a dénoncé les impacts de la vidange sur le Barrage des Plats. *« L'agression de la rivière Semène est manifeste, colonisée par des espèces indésirables (perches, sandres, brochets). [...] Tout le milieu aquatique a été profondément perturbé : les truites, mais aussi les vairons, les loches, les goujons, les crustacés et mollusques, ainsi que la faune benthique. [...] En refusant de construire un véritable bassin de décantation, de mettre en place un système de pêche de poissons de la retenue ainsi qu'en établissant une surveillance insuffisante pendant les phases critiques, le propriétaire a répondu à une obligation réglementaire à moindre coût ».* Il réclame *« un débit réservé de 10 % à la rivière, la circulation des poissons migrateurs et l'abandon du projet de conduite entre les barrages de l'Echapre et les Plats. »*

3.4 Les plans d'eau de baignade

A l'échelle nationale, les services du Ministère de la Santé ont lancé un programme de surveillance des eaux de baignade en 1996. Le programme portait sur 1 648 points d'eau douce. 47,2 % se situaient dans la catégorie A (très bonne qualité), 43,9 % en B (bonne qualité), 6,9 % en C (qualité médiocre) et 2 % en D (mauvaise qualité).

Site de baignade	Plan d'eau	Barrage de Grangent		Base de loisirs	Plan d'eau
Commune	Saint-Genest-Malifaux	Saint-Victor-sur-Loire, « Base nautique »	Saint-Paul-en-Cornillon, « Vigie Mouette »	Saint-Pierre-de-Bœuf Contre-canal Rhône « Base loisirs »	Saint-Sauveur-en-Rue, La Déôme
Bilan de la qualité de l'eau le 22.07.1990	-	« Très bonne qualité bactériologique. Les problèmes de transparence (algues) sont surveillés quotidiennement par les sapeurs-pompiers et évoluent en fonction de l'ensoleillement et du vent. »	-	« Qualité bactériologique moyenne et problème de développement d'algues. La transparence peut être inférieure à un mètre. Tout cela dépend du vent. »	« Eau de très bonne qualité bactériologique. Pas de problème particulier. »

Cinquième partie : Quelle est la qualité des cours d'eau ?

Site de baignade	Plan d'eau	Barrage de Grangent	Base de loisirs	Plan d'eau	Site de baignade
Commune	Saint-Genest-Malifaux	Saint-Victor-sur-Loire, « Base nautique »	Saint-Paul-en-Cornillon, « Vigie Mouette »	Saint-Pierre-de-Bœuf Contre-canal Rhône « Base loisirs »	Saint-Sauveur-en-Rue, La Déôme
21 juillet 1994	-	Qualité bactériologique moyenne	Qualité bactériologique moyenne	Qualité bactériologique moyenne	Bonne qualité bactériologique
Juillet 1996	5 prélèvements – Qualité B	7 prélèvements – Qualité B	8 prélèvements – Qualité B	9 prélèvements – Qualité C	5 prélèvements – Qualité B
1996	-	11 prélèvements – Qualité B	7 prélèvements – Qualité B	9 prélèvements – Qualité C	5 prélèvements – Qualité A
1997	-	10 prélèvements – Qualité B	5 prélèvements – Qualité B	9 prélèvements – Qualité C	5 prélèvements – Qualité A
1998	-	11 prélèvements – Qualité B	5 prélèvements – Qualité B	9 prélèvements – Qualité C	5 prélèvements – Qualité A
2002	-	Qualité moyenne	Qualité bonne à moyenne	-	-

Tableau 73 : Qualité des plans d'eau de baignade du sud du Département de la Loire (LA TRIBUNE – LE PROGRES)

2 analyses par mois sont effectuées dans les plans d'eau de baignade du Département de la Loire. Pendant la période estivale, la D.D.A.S.S. effectue les prélèvements entre le 15 juin et le 7 septembre. Les résultats sont communiqués aux communes concernées et doivent être affichés sur les lieux de baignade. Les coliformes fécaux et les streptocoques fécaux sont particulièrement recherchés. Ils proviennent surtout de rejets domestiques et d'effluents d'élevage.

	Site de baignade	Commune
	Le Chambon-sur-Lignon (Plan d'eau)	La Séauve-sur-Semène (Plan d'eau)
Bilan de la qualité de l'eau le 22.07.1990	Qualité A	-
Été 1998	-	Qualité D
Mai 1999	-	Qualité A
Saison 2002	-	Baignade interdite
16.06.2003	Qualité bactériologique moyenne	-
30.06.2003	Bonne qualité bactériologique	-
15.07.2003	Bonne qualité bactériologique	-
28.07.2003	Qualité bactériologique moyenne	-
11.08.2003	Bonne qualité bactériologique	-

Tableau 74 : Qualité des plans d'eau de baignade de l'est du Département de la Haute-Loire (LA TRIBUNE - LE PROGRES)

Cinquième partie : Quelle est la qualité des cours d'eau ?

Dans le sud du Département de la Loire ou au nord-est du Département de la Haute-Loire, la qualité des plans d'eau de baignade est très variable. Les pollutions d'origine agricole, ou domestique, la hausse des températures sont les paramètres essentiels qui conditionnent la qualité des eaux de baignade. Les problèmes de contamination peuvent être ponctuels mais traduisent des pollutions ayant cours à l'amont, sur le bassin versant.

L'étude de la qualité des cours d'eau a donné plusieurs résultats. Si la dégradation de la qualité est présente surtout sur l'aval, elle concerne essentiellement des milieux artificialisés. Un bassin versant boisé est souvent celui d'un cours d'eau de qualité. Ceci dit, un type d'occupation du sol n'est pas relié directement à un type de qualité de l'eau. Il y a trois explications à cet état de fait :

- la qualité de l'eau dépend de plusieurs activités produites sur un bassin versant mais aussi de la qualité de l'eau des sols, qui n'est pas mesurée sur l'ensemble du territoire
- les relevés sont ponctuels et précisent l'état des lieux en 2000 et en 2005. Il aurait été très intéressant de pouvoir recueillir des relevés sur l'ensemble du territoire et depuis une période plus longue, pour constater l'amélioration. Les données de l'Agence de l'Eau datent parfois de plusieurs décennies mais ne concernent que quelques cours d'eau. Il est donc délicat d'obtenir une tendance globale.
- les Vallées du Gier et de l'Ondaine sont toujours des vallées industrielles mais les collecteurs récupèrent désormais les eaux usées pour les acheminer vers une station d'épuration

Grâce aux procédures de contrat de rivière, la qualité des eaux a été améliorée même si elle n'est pas optimale. Certains problèmes sont difficiles à résoudre, compte tenu du financement des travaux et du manque de concertation des acteurs. Le traitement des boues du Barrage de Grangent est l'exemple illustrant le mieux ce phénomène. Les pollutions diffuses et les eaux d'exhaure ne sont pas aussi préoccupantes dans le territoire d'étude mais leur traitement nécessite un savoir-faire toujours discuté.

Conclusion : Comprendre le présent pour mieux assurer l'avenir

La ressource en eau est une question géographique. La question de la gestion de la ressource et des besoins en eau ne se définit pas au singulier. Le Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire distingue plusieurs thèmes qui permettent d'approcher la problématique : les eaux de surface, les eaux souterraines, les eaux marines, les zones humides, la gestion de l'eau, la sécheresse, l'eau potable, le problème des pollutions et les données sur l'eau. Par le passé, la distinction était établie selon les utilisateurs, entre agriculteurs et industriels principalement. Aujourd'hui, c'est donc par milieu géographique que la pensée de l'eau s'inscrit. **Nous sommes passés d'une approche par filière, centrée essentiellement sur l'économie, à une approche spatiale.** Les problématiques du bassin versant prennent donc toute leur place dans ce nouveau fonctionnement de la pensée de l'eau.

L'organisation de ce découpage n'est pas universelle et n'a pas toujours pour vocation de montrer les problèmes présents dans la réalité. C'est pourquoi un découpage par réseau hydrographique, par grand bassin versant s'est organisé à l'échelle nationale et désormais transnationale pour interpréter les questions liées à la politique de l'eau. **Ce découpage n'est pas immuable.** Peut-être qu'à l'avenir, en fonction des enjeux, des modes de consommation, des territoires administratifs éventuellement remodelés, le bassin versant ne sera plus l'objet principal de la gestion de la ressource en eau.

Comment mesurer l'efficacité des structures et des mesures prises ? L'effort est porté aujourd'hui sur les problématiques reprises dans les différents documents d'aménagement territoriaux que sont la Directive Cadre sur l'Eau, les S.D.A.G.E, les S.A.G.E., les contrats de rivière, de nappe ou de baie, les Contrats Restauration Entretien. Ce sont des outils juridiques, techniques et contractuels que notre société est capable de concevoir et de maîtriser. C'est à dire que **la préoccupation de nos élus porte aussi bien sur les questions qualitatives et quantitatives**, sur les problèmes liés aux **sécheresses** marquées et aux inondations importantes qu'à la prise en compte de la nécessaire **répartition de la ressource** entre les usagers légitimes et à **l'inscription** de cette politique de l'eau **au sein**

des autres politiques, pas seulement environnementales. Les experts de la question se trouvent donc en face des usagers, dans le but d'une concertation. Ce fait est relativement nouveau et prend du temps à se constituer. Les directives européennes imposent un délai relativement limité : quelle sera **l'efficacité de ces mesures** dans le temps ?

Le bassin versant, champ géographique encore à explorer. Notre analyse a montré que **l'équilibre** entre ressources en eau et besoins en eau **existe** et qu'il n'est **menacé** qu'**à de rares occasions**. Les gestionnaires de l'eau se préoccupent de la sécurité de l'alimentation en eau potable, qui est leur objectif majeur. Des incidents se produisent parfois (incidences des vidanges sous-estimées, réservoirs d'eau potable vides en période de sécheresse) mais ne semblent pas irréversibles. L'avenir nous dira toutefois si les sols sont durablement contaminés par une exploitation minière ancienne ou par la pollution diffuse de l'agriculture, de l'industrie ou des rejets mal maîtrisés des stations d'épuration. La **qualité des sols** est un sujet de plus en plus préoccupant et pour d'autres raisons que par la dégradation des eaux. Les pouvoirs publics, les associations de défense de l'environnement s'intéressent de plus en plus au devenir des anciens sites industriels. Si un jour des projets de construction d'envergure prennent place dans notre région et que la question sanitaire est essentielle, la question de la qualité des sols sera sans doute à l'ordre du jour.

La prévision des phénomènes, enjeu de notre société. L'exercice de la prévision des différents phénomènes est difficile car nous savons que le cycle de l'eau est un phénomène continu et qui agit en interdépendance avec d'autres facteurs. Sur le terrain, nous disposons aujourd'hui de dispositifs d'alerte pour les crues (le réseau C.R.I.S.T.A.L.) et pour les étiages (le réseau national de bassin, avec une alerte mise en place au dixième du module). **La prise de décision pour faire face au problème de la sécheresse** s'appuie essentiellement **sur un écoulement déficitaire**. Ceci dit, nous **manquons encore d'information et donc de coordination** possible entre les différents acteurs économiques lorsqu'une sécheresse se présente car le phénomène est plus long dans la durée et aussi techniquement moins prévisible. C'est un objectif primordial si l'on en croit l'O.M.M. : *« Les prévisions météorologiques et climatiques sont loin d'être parfaites, notamment pour ce qui concerne les phénomènes locaux qui ont les plus grandes conséquences pour les populations. [...] Il faut être en mesure d'élaborer des prévisions climatiques saisonnières et interannuelles fiables pour atténuer les effets de la sécheresse et de la désertification. »*

Des pistes pour aller plus loin. La recherche ne s'arrête pas là. L'analyse peut être encore nettement approfondie. Nous avons connu certaines difficultés pour rassembler les données météorologiques nécessaires à la réalisation des cartes de températures et de précipitations sur l'ensemble du territoire d'étude. Les données ne s'étendaient pas sur la période Octobre 1976 – Septembre 2003 de manière continue. Nous avons considéré que toutes les stations faisaient partie du même domaine climatique. Cette hypothèse est discutable mais nécessiterait la réalisation de plusieurs cartes sur une même période. La couverture du territoire par les stations météorologiques sera toujours insuffisante pour obtenir un résultat totalement satisfaisant. De plus, les températures diminuent avec l'altitude et les précipitations augmentent avec l'altitude mais ces phénomènes de gradient ne sont pas réguliers.

Puisque nous ne disposons pas des données sur l'**insolation**, mesurée uniquement à Bouthéon (Loire), Bron (Rhône) et Loudes (Haute-Loire), nous n'avons pu employer que la formule de Thornthwaite pour estimer l'évapotranspiration potentielle à l'échelle du mois, et la formule de Turc pour l'estimer à l'échelle de l'année. La création de cartes de précipitations, de températures, d'évapotranspiration potentielle a entraîné des modifications de résolution des pixels. Le résultat est critiquable sur les bassins versants de l'Ecotay à Marlhès, du Furan au Bessat, du Ruisseau des Préaux à Bourg-Argental et de la Valencize à Chavanay en ce qui concerne l'estimation de la variation de la Réserve Utile dans l'espace. Cette incertitude nous a conduits aussi à ne pas approfondir encore plus l'analyse. Déterminer les secteurs à risque en ce qui concerne l'évaluation de la ressource en eau était un de nos objectifs de départ. Pour être beaucoup plus complets, il faudrait réaliser des analyses réelles quasiment à **la parcelle**. Ceci demanderait un investissement financier beaucoup plus important.

L'analyse effectuée sur les quatre bassins versants cités plus haut pourrait être nettement reproduite sur d'autres bassins versants du sud des Monts du Lyonnais ou du nord-est du Département de la Haute-Loire. Les **apports en eau extérieurs**, le rôle joué par **l'occupation du sol** et **l'impact du ruissellement diffus** seraient à prendre en compte de manière beaucoup plus complète. Il faudrait établir un bilan hydrologique complet avec les **besoins en eau mensuels** de chaque type de culture, le pourcentage d'interception, l'intensité des précipitations, la pente de chaque bassin versant. Cela ferait rentrer notre étude dans le cadre de la **modélisation**, et l'analyse des données serait alors à considérer de manière décadaire au lieu d'être mensuelle. C'est en ce sens que notre étude pourrait véritablement servir aux acteurs locaux, pour ajuster les modes d'utilisation de l'eau en

Conclusion : Mieux comprendre le présent pour mieux assurer l'avenir

fonction de la disponibilité de l'eau. Nous ne proposons peut-être pas d'outil de modélisation mais nous pouvons tout de même déterminer un bilan de l'eau mensuel pour chaque secteur déterminé sur le territoire d'étude. Techniquement, ceci est un atout incontestable.

Néanmoins, nous espérons vivement que cette réflexion servira à alimenter les questionnements des nombreux gestionnaires du territoire. Nous souhaitons aussi qu'elle contribue modestement à faire progresser la synergie naissante entre tous ces acteurs dans le domaine de l'eau. Cet élément est et sera toujours vital à notre société.

Références bibliographiques

ACADEMIE D'AGRICULTURE DE FRANCE, 1996, « L'eau en montagne : gestion et risques ; Quel héritage culturel de l'agriculture pour les jeunes de notre temps ? », in *Comptes-rendus de l'Académie de l'Agriculture de France*, Vol. 82 – N°3, p. 116.

ACADEMIE D'AGRICULTURE DE FRANCE, ACADEMIE DE L'EAU, 11.2003, *Guide pour la gestion intégrée de l'eau et des territoires ruraux*, 6 p.

ACADEMIE DE L'EAU, 12.1999, *La Charte Sociale de l'Eau : Une nouvelle approche de la gestion de l'eau au XXI^{ème} siècle*, 81 p.

ACADEMIE DE L'EAU, 01.2004, *De l'eau pour tous, un aperçu des travaux menés sur le droit à l'eau potable et à la solidarité pour l'eau*, 34 p.

ACADEMIE DES SCIENCES, 2001, « L'eau, la matière première du XXI^{ème} siècle » in *La Lettre de l'Académie des Sciences*, N°2, 20 p.

AGENCE DE L'EAU ADOUR-GARONNE, COMITE DE BASSIN ADOUR-GARONNE, 2003, *Dossier de presse : Quelle inflexion majeure pour la politique de l'eau dans un bassin trop souvent touché par la sécheresse*, p. 13.

AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANEE ET CORSE, 2003, 2003-2006 ; 8^{ème} *Programme de l'Agence de l'Eau, Pour une gestion durable des milieux aquatiques, notre bien commun*, 12 p.

AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANEE ET CORSE, 12.03.2003, 14.05.2003, 09.07.2003, 10.09.2003, *Bulletins de Situation Hydrologique*.

AGENCES DE L'EAU, DIRECTIONS REGIONALES DE L'ENVIRONNEMENT, MINISTERE DE L'ECOLOGIE ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE, *La politique de l'eau, Eléments pour un débat*, 13 p.

AGENCES DE L'EAU, DIRECTIONS REGIONALES DE L'ENVIRONNEMENT, MINISTERE DE L'ECOLOGIE ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE, 09.2003, *Proposition des acteurs de l'eau, Débat national 2003 sur la politique de l'eau*, 8 p.

Références bibliographiques

AGENCES DE L'EAU, INSTITUT FRANÇAIS DE L'ENVIRONNEMENT, MINISTERE DE L'ECOLOGIE ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE, OFFICE INTERNATIONAL DE L'EAU, 03.2004, *Les prélèvements d'eau en France en 2001*, p. 56.

AGHRAB A., 2005, *Une méthodologie pour caractériser le climat et la sécheresse d'une région*, Ed. Le Manuscrit, 50 p.

AGROPOLIS, 05.06.2003, *Synthèse des tables rondes des Journées du Développement Durable à Montpellier, Thème 1 : Eau et développement durable*, 10 p.

AMIGUES J.-P., GAZELLE F., MARMONIER P., SALLES D., VERVIER P., ZONE ATELIER BASSIN DU RHÔNE, 05.02.2004, « Gestion de l'Eau et de la Sécheresse » in *INSU – Prospective « Sociétés et Environnement »*, 11 p.

ANDREASSIAN V., « Relation entre taux de boisement et caractéristiques du fonctionnement hydrologique dans le sud du Massif Central » in *Conséquences hydrologiques de la forêt méditerranéenne : rapport sur les recherches menées en France*, pp. 1-5.

ANDREASSIAN V., BERGER F., DAMBRINE E., LAVABRE J., LAROUSSINIE O., 2001, *Forêts, crues et ressources en eau, Dossier de presse de la conférence du 30 mars 2001*, 13 p.

ANDREASSIAN V., LAVABRE J., LAROUSSINIE O., 2000, *Eaux et forêts : la forêt, un outil de gestion des eaux ?*, Ed. Cemagref, 116 p.

ANTOINE J., ROUX A.-L., 26.03.2004., « Eau et territoires : vers une gestion intégrée » in *Actes de la journée d'études « Les territoires de l'eau »*, Université d'Artois, pp. 157-172.

ARDILLIER-CARRAS F., 1997, *L'eau, ressource pour le développement d'un espace rural, l'exemple du bassin de la Gartempe*, Ed. Presses Universitaires de Limoges (PULIM), 591 p.

ASCA, MINISTERE DE L'ECOLOGIE ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE, 01.08.2003, *Synthèse des Phases 1 et 2 du débat national sur la politique de l'eau, Rapport technique*, 65 p.

ASCONIT CONSULTANTS, 2004, *Etude préalable à la mise en œuvre d'un SAGE Loire dans le cadre du travail « Les démarches de développement durable, pertinence et apports effectifs dans la gestion de l'air et de l'eau : les exemples de Lille et de Saint-Etienne »*, 129 p.

ASSOCIATION RHÔNE-ALPES DE LABORATOIRES POUR L'ETUDE DES PROBLEMES BIOLOGIQUES DE LA PÊCHE, LABORATOIRE DE BIOLOGIE ANIMALE DE VILLEURBANNE, LABORATOIRE DE BIOLOGIE ANIMALE ET APPLIQUEE DE

Références bibliographiques

L'UNIVERSITE JEAN-MONNET DE SAINT-ETIENNE, MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT, REGION RHÔNE-ALPES, 1994, *Etude de la qualité biologique des cours d'eau du Parc Naturel Régional du Pilat (Réactualisation des données)*, p. 28.

ASSOCIATION REGIONALE D'INFORMATION DES COLLECTIVITES TERRITORIALES, MAIRIE CONSEILS, CAISSE DES DEPÔTS ET CONSIGNATIONS, CREDIT LOCAL DE FRANCE, 1992, *L'eau et les communes rurales*, 43 p.

AUBERT D., VELTZ J., INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE (SCIENCES SOCIALES), 12.1998, *Consommation domestique d'eau potable et tarification, Recherches en Economie et Sociologie Rurales*, 4 p.

AURIOL O., 06.10.2004, « Le tableau de bord de la ressource en eau de la Charente » in *La gestion équilibrée de la ressource en eau à l'échelle des bassins versants, Actes des rencontres techniques nationales à Clermont-Ferrand*, pp. 17-21.

BALADES A., CERCLE FRANÇAIS DE L'EAU, OUDIN J., 2004, *L'eau en France, quelle stratégie pour demain ? Réflexions du Cercle français de l'Eau pour une politique efficace et démocratique*, Ed. Johanet, 222 p.

BALLAY D., LE LOURD P., TRICARD D., VILLENEUVE C.-H. (de), VILLEY-DESMESERETS F., 01.09.2001, *La politique de préservation de la ressource en eau destinée à la consommation humaine – Rapport d'évaluation*, 80 p.

BARRAQUE B. (dir.), 1995, *Les politiques de l'eau en Europe*, Ed. La Découverte, 301 p.

BARRETEAU O., BELEAU G., CERNESSEON F., GARIN P., 26.03.2004, « Quels niveaux d'organisation pour la gestion de tensions sur l'eau ? Etudes de cas dans le sud de la France » in *Actes de la journée d'études « Les territoires de l'eau »*, Université d'Artois, Arras, pp. 128-140.

BARTHE Y., CALLON M., LASCOUMES P., 09.2001, *Agir dans un monde incertain – Essai sur la démocratie technique*, Ed. Seuil, 358 p.

BEAUCHAMP J., *L'eau et le sol*, Université de Picardie Jules Verne, 18 p.

BEGNI G., GILLET M., HUC M., NOILHAN J., REDAUD J.-L., 25.11.2002, *Changement climatique et impact sur le régime des eaux en France, Document réalisé pour le compte de l'U.I.C.N. à la demande de la M.I.E.S.*, 41 p.

Références bibliographiques

BEL F., LACROIX A., MOLLARD A., SAUBOUA E., 26.03.2004, « Territorialisation des politiques environnementales. Le cas de la pollution nitrique de l'eau par l'agriculture » in *Actes de la journée d'études « Les territoires de l'eau »*, Université d'Artois, Arras, 13 p.

BELTRANDO G., 2004, *Les climats – Processus, variabilité et risques*, Collection U Géographie, Ed. A. Colin, 266 p.

BERGER C., ROQUES J.-L., 2005, *L'eau comme fait social, Transparence et opacité dans la gestion locale de l'eau*, Coll. Sociologies et Environnement, Ed. L'Harmattan, 185 p.

BERGER L., 1998, *Développement et ressources en eau dans trois vallées de la bordure orientale du Massif Central (XIXème – XXème siècles) : la Turdine, le Gier et la Cance*, 590 p.

BESLEAGA N., DIRECTION DE LA METEOROLOGIE NATIONALE, METEO-FRANCE, MINISTERE DE L'EQUIPEMENT, DU LOGEMENT, DES TRANSPORTS ET DE LA MER, SERVICE CENTRAL D'EXPLOITATION METEOROLOGIQUE, 1990, *La sécheresse en France : 1976-1990, Phénomènes remarquables n°1*, 46 p.

BESSEMOULIN P., BOURDETTE N., COURTIER P., MANACH J., 08.2004, « La canicule d'août 2003 en France et en Europe », in *La Météorologie*, n°46, pp. 25-33.

BETHEMONT J., 1972, *Le thème de l'eau dans la Vallée du Rhône : essai sur la gestion d'un espace hydraulique*, Université de Saint-Etienne, Ed. Le Feuillet Blanc, 642 p.

BILLEN G., 06.10.2004, « Qualité et fonctionnement écologique des cours d'eau : potentialités et opérationnalité des modèles biogéochimiques » in *La gestion équilibrée de la ressource en eau à l'échelle des bassins versants, Actes des Rencontres techniques nationales à Clermont-Ferrand*, pp. 53-56.

BOISSON J.-M., COULOMB S., INGLES J., PILLET B., PUECH D., EQUIPE ENVIRONNEMENT CRPEE-IREE, 1995, *Sécheresse, sécheresses...eau-ressource et eau-milieu, vers une gestion durable*, Coll. Rapports d'Etude N°1, Ed. Les cahiers de l'économie méridionale, Montpellier, 257 p.

BORDESSOULE E., MIGNON C., 09.2001, *Les « montagnes » du Massif Central, Espaces pastoraux et transformation du milieu rural dans les Monts d'Auvergne*, Presses Universitaires, Clermont-Ferrand, 372 p.

BOSKO DJEUDA TCHAPNGA H., TANAWA E., ECOLE NATIONALE SUPERIEURE POLYTECHNIQUE DE YAOUNDE, 02.1998, *Programme Alimentation en Eau Potable dans les quartiers périurbains et les petits centres, Action de recherche n°8, Gestion de l'eau et protection de la ressource : Cameroun, Rapport final*, pp. 174-180.

Références bibliographiques

BOULEAU G., 2002, *Réglementation française en matière de cours d'eau*, Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts, 48 p.

BRAVARD J.-P. (dir.), 2000, *Les régions françaises face aux extrêmes hydrologiques*, Coll. Mobilité spatiale (Paris), Ed. SEDES, 287 p.

BRAVARD J.-P., PETIT F., 2000, *Les cours d'eau, Dynamique du système fluvial*, Coll. U Géographie, Ed. A. Colin, 222 p.

BROWAEYS X, CHATELAIN P., 2005, *Etudier une commune : paysages, territoires, populations, sociétés*, Coll. U. Géographie, Ed. A. Colin, 283 p.

BRUN A., LASSERRE F., 26.03.2004, « La mise en œuvre difficile des politiques territoriales de l'eau au Québec (Canada) : les cas des contrats de bassin » in *Actes de la journée d'études "Les territoires de l'eau"*, Université d'Artois, pp. 29-40.

BULLETIN DES ELUS LOCAUX N°129, 06.1997, *Faut-il encore parler de sécheresse ?*, 3 p.

BUREAU D'ETUDES CESAME, CONSEIL GENERAL DE LA HAUTE-LOIRE, F.E.O.G.A., 02.2006, *Etude pour la restauration de la fonctionnalité hydrologique des zones humides des bassins versants de la Borne et du Lignon - 2ème rapport - Fonctionnalité hydrologique des zones humides - Programme d'actions*, 119 p.

CADOR J.-M., 03.1994, « La sécheresse de 1989-1992 en Basse-Normandie et ses conséquences sur la gestion des eaux », in *Géographie Physique et Environnement*, CREGEPE, Presses Universitaires de Caen, pp. 90-106.

CALVO-MENDIETA I., 26.04.2004, « Conflits d'usage dans la gestion des ressources en eau : analyse territoriale des modes de régulation » in *Actes de la journée d'études "Les territoires de l'eau"*, Université d'Artois, Arras, pp. 55-70.

CAQUARD S., 2001, *Des cartes multimédias dans le débat public : Pour une nouvelle conception de la cartographie appliquée à la gestion de l'eau*, Vol. 2, Centre de Recherches sur l'Environnement et l'Aménagement (CRENAM) – Université Jean-Monnet, Saint-Etienne, 276 p.

CECCHINI S., OFFICE NATIONAL DES FORETS, 06.2000, *La placette d'observation Renecofor en forêt de l'Aigoual*, 6 p.

Références bibliographiques

CENTRE D'ETUDES ET DE RECHERCHES APPLIQUEES AU MASSIF CENTRAL, 1997, *Gestion des espaces fragiles en moyenne montagne, Massif Central – Carpates polonaises*, 5^{ème} colloque franco-polonais, Clermont-Ferrand, 312 p.

CENTRE DE RECHERCHES EN GEOGRAPHIE PHYSIQUE DE L'ENVIRONNEMENT, 1996, « Sécheresse, sécheresses », Numéro de *Géographie Physique et Environnement*, Presses Universitaires de Caen, 106 p.

CENTRE DE RECHERCHES SUR L'EVOLUTION DE LA VIE RURALE, 1995, *Les mutations dans le milieu rural, Actes du colloque de géographie rurale tenu à Caen, les 17 et 18 septembre 1992, en l'honneur de Pierre Brunet*, Ed. Presses Universitaires de Caen, 476 p.

CENTRE PERMANENT D'INITIATION A L'ENVIRONNEMENT DES MONTS DU PILAT, CONTRAT GLOBAL DE DEVELOPPEMENT ONDAINE HAUT-PILAT, 2003, *L'eau, Des hauts plateaux du Pilat à la Vallée de l'Ondaine*, Ed. TV and Co communication, 64 p.

CENTRE PERMANENT D'INITIATION A L'ENVIRONNEMENT DU VELAY, GUIEAU W., 06.2006, *Consultation départementale / Questionnaire « L'eau, à votre avis », Analyse des réponses*, 25 p.

CENTRE REGIONAL DE LA PROPRIETE FORESTIERE DE BOURGOGNE, 1996, *Réseau bourguignon de références forestières. Annexes*, 75 p.

CENTRES REGIONAUX DE LA PROPRIETE FORESTIERE, 12.2008, *Guide du sylviculteur de moyenne Vilaine – Identification des stations forestières et mise en valeur des espaces boisés, Forêt Bretonne*, 2^{ème} édition, 69 p.

CHAIBI T., CHENINI F., EPP C., TONDI G., 2003, *Une approche intégrée pour la gestion durable des ressources en eau dans le bassin méditerranéen*, 7 p.

CHAMBRE D'AGRICULTURE DE LA HAUTE-LOIRE, 2000, *100 ans d'agriculture en Haute-Loire : 1900-2000, Evolution ou Révolution*.

CHAMBRE D'AGRICULTURE DE LA LOIRE, SERVICE AGRONOMIE ENVIRONNEMENT, 02.1996, *Rapport d'activités 1995 – Barrage du Couzon*, 11 p.

CHENEVOY C., DUPUIS B., LAVAL M., TOMAS F. et al., 1980, *Atlas du Parc Naturel Régional du Pilat*, Centre Interdisciplinaire d'Etudes et de Recherches sur les Structures Régionales, Université de Saint-Etienne, 27 p.

Références bibliographiques

CHOISNEL E., 1999, « Changements climatiques et cycle de l'eau : évolutions possibles et incertitudes » in *Comptes-rendus de l'Académie d'Agriculture de France*, Vol. 85, N°4, pp. 31-32.

COLLECTIF, 1995, *Les mutations dans le milieu rural*, Presses Universitaires de Caen, 476 p.

COLLECTIF, 1996, *Grande Encyclopédie du Forez et des communes de la Loire, La Ville de Saint-Etienne*, Ed. Horvath, 495 p.

COLLECTIF, 12.2001, *Haute-Loire, Encyclopédie Bonneton*, Ed. Christine Bonneton, 319 p.

COMMUNAUTE D'AGGLOMERATION SAINT-ETIENNE METROPOLE, 09.2008, *Côté rivière, le Gier*, 8 p.

COMMUNAUTE D'AGGLOMERATION SAINT-ETIENNE METROPOLE, 09.2008, *Côté rivière, l'Ondaine*, 8 p.

COMMUNAUTE D'AGGLOMERATION SAINT-ETIENNE METROPOLE, SERVICE ENVIRONNEMENT, CELLULE RIVIERE EN CHARGE DE L'ANIMATION DU CONTRAT DE RIVIERE FURAN ET AFFLUENTS, 02.2008, *Côté rivière, le Furan*, 8 p.

CONSEIL GENERAL DE LA LOIRE, 2003, *Plaquette d'information « La ressource en eau du département de la Loire : un facteur de développement durable »*, 8 p.

CONSEIL GENERAL DE LA LOIRE, DELEGATION AU DEVELOPPEMENT DURABLE, A L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE ET A L'AGRICULTURE, 04.2007, *Synthèse – Révision du schéma directeur départemental de la Loire*, 29 p.

CONSEIL GENERAL DE LA LOIRE, DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'AGRICULTURE ET DE LA FORÊT DE LA LOIRE, FEDERATION DEPARTEMENTALE DES ASSOCIATIONS AGREES DE PÊCHE ET DE PISCICULTURE DE LA LOIRE, SOCIETE D'ETUDES AQUATIQUES DU SUD, 02.1990, *Schéma départemental des vocations piscicoles et halieutiques de la Loire, Rapport de présentation*, Vol. 2, 54 p.

CONSEIL GENERAL DE LA LOIRE EN RHÔNE-ALPES, 2000, *La gestion de l'eau*, 23 p.

COSANDEY C. (dir.), 2003, *Les eaux courantes*, Coll. Belin Sup. Géographie, Ed. Belin, 239 p.

COSANDEY C., DIDON-LESCOT J.F., MARTIN C., 2001, « Les bassins du Mont Lozère » in *Conséquences hydrologiques de la forêt méditerranéenne : rapport sur les recherches menées en France*, pp 1-13.

Références bibliographiques

COSANDEY C., ROBINSON M., 2000, *Hydrologie continentale*, Coll. U Géographie, Ed. A. Colin, 360 p.

COUPRY B., 06.10.2004, « Comment concilier hydroélectricité et gestion équilibrée de la ressource en eau à l'échelle d'un bassin versant ? » in *La gestion équilibrée de la ressource en eau à l'échelle des bassins versants, Actes des Rencontres techniques nationales à Clermont-Ferrand*, pp. 22-34.

COUR DES COMPTES, 12.2002, *La préservation de la ressource en eau face aux pollutions d'origine agricole : le cas de la Bretagne, Rapport au Président de la République suivi des réponses des administrations et des organismes intéressés*, 293 p.

C.N.R.S., 1993, « La notion de sécheresse : des conditions météorologiques au manque d'eau, compte-rendu du séminaire du 19 juin 1992 à Villeneuve-d'Ascq » in *Cahiers de géographie physique*, N°8, Ed. Universités des Sciences, 183 p.

CRETIN C., 05.2003, « Le plus précieux des forgerons stéphanois, le Furan » in *La Loire et ses terroirs*, n°49, pp 32-38.

CRETIN C., 12.2003, « Saint-Etienne et le Furan : entre l'oubli et le remords » in *La Loire et ses terroirs*, n°47, pp. 42-47.

CUBIZOLLE H., 1997, *La Dore et sa vallée, Approche géohistorique des relations homme – milieu fluvial*, Centre d'Etudes Foréziennes, Publications de l'Université de Saint-Etienne, 389 p.

CURT T., 1989, *Typologie forestière de la bordure Sud-Ouest du Massif Central – Eléments pour le choix des essences*, CEMAGREF Clermont-Ferrand, 165 p.

CURT D., DOLE S., MARMEYS G., 1996, *Alimentation en eau et production forestière, Application d'indicateurs simples pour les résineux dans le Massif Central* in « Etude et gestion des sols », pp. 81-96.

DE GRISSAC B., 06.10.2004, « Comment dégager des moyens financiers pour rééquilibrer les usages ? L'expérience du S.A.G.E. Nappes profondes de Gironde » in *La gestion équilibrée de la ressource en eau à l'échelle des bassins versants, Actes des Rencontres techniques nationales à Clermont-Ferrand*, pp. 35-44.

DE MONTGOLFIER J., NATALI J.-M., 1987, *Le patrimoine du futur, Approche pour une gestion patrimoniale des ressources naturelles*, Coll. Economie agricole & agroalimentaire, Ed. Economica, 248 p.

DEGORCE J.-N., 1991, *Les milieux humides dans la Loire*, Centre d'Etudes Foréziennes, Publications de l'Université de Saint-Etienne, 377 p.

Références bibliographiques

DELECOLLE R., LEGROS J.-P., SOUSSANA J.-F., 1999, « Impacts attendus des changements climatiques sur l'agriculture française » in *Comptes-rendus de l'Académie d'Agriculture de France*, Vol. 85, N°4, pp .45-51.

DELEGATION INTERSERVICES POUR L'EAU DE LA HAUTE-LOIRE, PREFECTURE DE LA HAUTE-LOIRE, 06.2003, *Courrier interministériel, la lettre des services de l'Etat*, 12 p.

DEPARTEMENT DE LA SANTE DES FORÊTS DU MINISTERE DE L'AGRICULTURE, DE L'ALIMENTATION, DE LA PÊCHE ET DES AFFAIRES RURALES, 02.2004, *Sécheresse et canicule de l'été 2003, Quelle incidence visuelle sur les peuplements forestiers ?*, 8 p.

DESMOLLES F., 06.10.2004, « La faune piscicole, indicateur d'état écologique d'une rivière » in *La gestion équilibrée de la ressource en eau à l'échelle des bassins versants, Actes des Rencontres techniques nationales à Clermont-Ferrand*, pp. 59-61.

DIOP S., REKACEWICZ P., 2004, *Atlas mondial de l'eau : Une pénurie annoncée*, Adaptation de l'ouvrage : "Vital Water Graphics. An Overview of the State of the World's Fresh and Marine Water", publication du Programme des Nations unies pour l'environnement (P.N.U.E.) paru en septembre 2002, Coll. Atlas-monde, Ed. Autrement, 63 p.

DIRECTION DE L'EAU, DIRECTIONS REGIONALES DE L'ENVIRONNEMENT, MINISTERE DE L'ECOLOGIE ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE, 02.2004, *Bilan National de l'Etiage 2003*, 33 p.

DIRECTION DE LA METEOROLOGIE NATIONALE, MINISTERE DE L'EQUIPEMENT, DU LOGEMENT, DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE ET DES TRANSPORTS, MINISTRE DELEGUE CHARGE DES TRANSPORTS, 1986, *Normales Climatologiques 1951-1980, Fascicule 2 – Précipitations*, Vol. 2. « Données et Statistiques », Tome 2 « Postes climatologiques ».

DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'EQUIPEMENT DE LA LOIRE – ARRONDISSEMENT TERRITORIAL SUD GENIE URBAIN POUR LE SYNDICAT INTERCOMMUNAL DE LA VALLEE DE L'ONDAINE, *Contrat de Rivière Ondaine et affluents 2002-2008*, Document principal, 73 p.

DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'EQUIPEMENT DE LA LOIRE, 03.2005, *Schéma de Cohérence Territoriale (S.CO.T.) Sud Loire, Porter à Connaissance Initial de l'Etat*, 156 p.

DIRECTION REGIONALE DE L'ENVIRONNEMENT AUVERGNE - SERVICE DE L'EAU ET DES MILIEUX AQUATIQUES, 02.2003, 07.2003, 10.2003, *Bulletins de situation hydrologique de la région Auvergne*, 25 p.

Références bibliographiques

DIRECTION REGIONALE DE L'ENVIRONNEMENT CENTRE – SECRETARIAT GENERAL DU PLAN LOIRE, 2004, « Actions marquantes en 2003 » in *Tableau de Bord du suivi du Plan Loire*, p. 9-28.

DIRECTION REGIONALE DE L'ENVIRONNEMENT RHÔNE-ALPES, 2001, *Hydrologie en Rhône-Alpes - Rétrospective 1970-2000*, 34 p.

DIRECTION REGIONALE DE L'ENVIRONNEMENT RHÔNE-ALPES, 11.2002 à 09.2003, *Bulletins de Situation Hydrologique*, 8 p.

DIRECTION REGIONALE DE L'ENVIRONNEMENT RHÔNE-ALPES, SERVICE DE L'EAU ET DES MILIEUX AQUATIQUES, PREFECTURE DE REGION, 11.2002, 03.2003, 05.2003, 07.2003, 08.2003, 09.2003, *Situation de la ressource en eau en Rhône-Alpes : Bulletins*, 11 p.

DIRECTION REGIONALE DE L'EQUIPEMENT D'AUVERGNE, DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'EQUIPEMENT DU PUY-DE-DÔME, SOL R., *L'eau et la ville, Redonner une place à l'eau dans nos villes*, 3 p.

DIRY J.-P., 2004, *Les espaces ruraux*, Coll. Campus Géographie, Ed. A Colin, 191 p.

DONZIER J.-F., MONCHICOURT M.-O., 2002, *Va-t-on manquer d'eau ?*, Coll. Les Enquêtes de Marie-Odile Monchicourt, Ed. Platypus Press, 47 p.

DONZIER J.-F., OFFICE INTERNATIONAL DE L'EAU, RESEAU INTERNATIONAL DES ORGANISMES DE BASSIN, 05.09.2002, « Conférence de presse : Va-t-on vers une crise mondiale de l'eau ? Une gestion spécifique des hauts bassins versants s'impose », in *Colloque International "L'eau en Montagne, Gestion intégrée des hauts bassins versants"*, 12 p.

DU LUARD R., HAENEL H., HUCHON J., PONCET J.-F., SENAT, 1991, *L'avenir de l'espace rural français, Rapport de la mission d'information du Sénat chargée d'étudier l'avenir de l'espace rural français et de proposer les éléments d'une politique d'aménagement*, Ed. Economica, 289 p.

DUBREUIL V., MARCHAND J.-P., 1997, *Le climat, l'eau, les hommes, Ouvrage en l'honneur de Jean Mounier*, Coll. Espaces et territoires, Ed. Presses Universitaires de Caen, 333 p.

DUBUC S., 01.2004, « Dynamisme rural : l'effet des petites villes » in *L'Espace Géographique*, pp. 69-85.

ECHOALP, 05.09.2002, Deuxième Congrès International de l'Eau en Montagne – Gestion intégrée des hauts bassins versants, Megève.

Références bibliographiques

EPURES, L'Agence d'Urbanisme de la Région Stéphanoise, 02.2002, *Réflexions préliminaires pour un schéma de gestion des espaces naturels et agricoles*, 16 p.

EPURES, L'Agence d'Urbanisme de la Région Stéphanoise, 02.2003, *SCOT Sud Loire, Les priorités stratégiques*, 10 p.

FEDERATION DEPARTEMENTALE DE LA PECHE ET DE LA PROTECTION DU MILIEU AQUATIQUE, 09.2003, *Note de synthèse sur la situation des cours d'eau et des peuplements piscicoles, conséquence de la sécheresse en 2003*, 18 p.

FESTIVAL INTERNATIONAL DE GEOGRAPHIE DE SAINT-DIE-DES-VOSGES (1993), 02.1994, « Les nouveaux espaces ruraux » in *Sciences Humaines H.S. N°4*, Ed. AFERSH, 50 p.

FOLTON N., LAVABRE J., MARTIN C., 2001, « Les bassins du Réal Collobrier » in *Conséquences hydrologiques de la forêt méditerranéenne : rapport sur les recherches menées en France*, pp. 1-10.

FONT E., 04.2001, *Les activités non agricoles dans la recomposition de l'espace rural*, Ed. L'Harmattan, p. 337.

FRANCE NATURE ENVIRONNEMENT, *Eau Potable, Les fiches eau*, 5 p.

FRANCE NATURE ENVIRONNEMENT, 2004, *Lettre Eau n°2 - Info technique - Les nuisances des barrages dans le détail*, 3 p.

FRANCE NATURE ENVIRONNEMENT, 2004, *Lettre Eau n°8-9 : La gestion de l'eau à la française*, 11 p.

FRITSCH J.-M., 1996, « Données hydrométéorologiques et évaluation des ressources en eau pour un développement durable » in *XII^{èmes} Journées hydrologiques de l'ORSTOM, Montpellier, 10-11 octobre 1996* », 9 p.

FROGER J.-F., 06.10.2004, « Valorisation économique d'un territoire par le tourisme pêche » in *La gestion équilibrée de la ressource en eau à l'échelle des bassins versants, Actes des Rencontres techniques nationales du 6 octobre 2004 à Clermont-Ferrand*, pp. 62-63.

GASCUEL C., 06.10.2004, « Quels outils de modélisations pour la lutte contre les pollutions diffuses ? » in *La gestion équilibrée de la ressource en eau à l'échelle des bassins versants, Actes des Rencontres techniques nationales du 6 octobre 2004 à Clermont-Ferrand*, pp. 45-48.

Références bibliographiques

GAUCHEREL C., 06.2003, « Pertinence de la notion d'indicateur pour la caractérisation du bassin versant » in *L'Espace Géographique*, pp. 265-281.

GHIOTTI S., 26.03.2004, « Les Territoires de l'eau et la décentralisation, la gouvernance de bassin versant ou les limites d'une évidence » in *Actes de la journée d'études "Les territoires de l'eau"*, Université d'Artois, pp. 5-17.

GIBLIN-DELVALLET B., 2003, « Les pouvoirs locaux, l'eau, les territoires » in *Hérodote : revue de géographie et de géopolitique*, N°11, Ed. Paris La Découverte, 188 p.

GIRET A., 03.2004, « Le risque hydrologique » in *L'information géographique*, N°68, pp.14-26.

GIRET A., 2007, *Hydrologie fluviale*, Coll. Universités Géographie, Ed. Ellipses, 262 p.

GNOUMA R., 14.11.2006, *Aide à la calibration d'un modèle hydrologique distribué au moyen d'une analyse des processus hydrologiques : application au Bassin versant de l'Yzeron*, 448 p.

GODARD A., TABEAUD M., 2004, *Les climats : mécanismes, variabilité, répartition*, Troisième édition revue et augmentée, Coll. Cursus Série Géographie, Ed. A. Colin, 217 p.

GOUSSOT A., 06.2003, « Place de l'eau et de sa gestion dans la construction et le développement d'un territoire : le cas de Bièvre-Valloire (Isère et Drôme, France) », in *Revue de Géographie Alpine*, Tome 91, n°2, pp. 41-53.

GOVERNE L., 1994, *Histoires d'eau*, Ed. Calmann-Lévy, 231 p.

GRAILLOT D., TARDY A., 2004, *Introduction à la gestion des ressources en eau : « les enjeux », Sciences de l'environnement industriel et urbain, Systèmes Territoriaux, Développement durable et aide à la décision*, 111 p.

GRANIER C., DE HEDOUVILLE J., 1988, *La Haute-Loire, Cartes sur Table*, Ed. Cartographie et Décision (Le Puy-en-Velay), 167 p.

GRELAT D., FRANCE NATURE ENVIRONNEMENT, 2004, *Lettre Eau n°17-18 : Colloque "Loi sur l'eau 2001 : quels enjeux pour une gestion durable et équitable ?"*, 6 p.

GROUPE D'ACTION LOCALE PILAT, 04.2002, *Programme Leader + : Vers une nouvelle valorisation de la forêt (bois) et de l'eau dans le Pilat, Thème 4 : Valorisation des ressources naturelles et culturelles*, 30 p.

Références bibliographiques

GROUPE DE RECHERCHE RHONE-ALPES SUR LES INFRASTRUCTURES ET L'EAU, 14.10.2003, *La protection des captages d'eau potable : bilan et compte-rendu, 2ème Séminaire d'Echanges Régional sur l'application de la réglementation dans le domaine de l'eau*, 10 p.

GRUJARD E., 26.03.2004, « Le projet de barrage sur la Trézence : un enjeu de pouvoir de la gestion de l'eau » in *Actes de la journée d'études « Les territoires de l'eau »*, Université d'Artois, Arras, pp 42-54.

HADJ ALI Y., LEREPS (UNIVERSITE DES SCIENCES SOCIALES, TOULOUSE I), 06.2000, « Société Civile - Majors de l'eau - Leçons françaises : les réseaux de la colère » in *Actes du Colloque « Etat de Droit vs Etat des Droits, le rôle de la société civile dans les transformations de l'Etat et du Droit à l'aube du XXIème siècle »*, Barcelone, 1er et 2 juin 2000, 14 p.

HIGY C., MUSY A., 2004, *Hydrologie, Vol. 1. Une science de la nature*, Coll. Gérer l'environnement, Ed. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes (Lausanne), 314 p.

HOFF C., RAMBAL S., 1999, « Les écosystèmes forestiers méditerranéens face aux changements climatiques » in *Comptes-rendus de l'Académie d'Agriculture de France*, Vol. 85, n°4, pp. 53-84.

INSTITUT FRANÇAIS DE L'ENVIRONNEMENT, « La gestion de l'eau potable en France métropolitaine en 1998, Enquête « Les collectivités locales et l'environnement » - Volet Eau », in *Etudes et travaux*, N°40, 19 p.

INSTITUT FRANCAIS DE L'ENVIRONNEMENT, 04.2001, « Eau potable : diversité des services...grand écart des prix » in *Les données de l'environnement*, N°65, 4 p.

INSTITUT FRANÇAIS DE L'ENVIRONNEMENT, 04.2001, « L'eutrophisation des rivières en France : où en est la pollution verte ? » in *Les données de l'environnement*, N°65, 4 p.

INSTITUT FRANÇAIS DE L'ENVIRONNEMENT, 2004, « De l'eau à tous prix », in *Les données de l'environnement*, N°90, 4 p.

INSTITUT FRANÇAIS DE L'ENVIRONNEMENT, 03.2004, « La qualité de l'eau : une préoccupation environnementale forte » in *Les données de l'environnement*, N°91, 6 p.

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE, COMMISSION D'AGROMETEOROLOGIE, DIRECTION DE LA METEOROLOGIE NATIONALE, 1987, *Agrométéorologie des régions de moyenne montagne*, Coll. Les Colloques de l'I.N.R.A., Ed. Paris, I.N.R.A., 443 p.

Références bibliographiques

INTERNATIONAL COMMISSION ON LARGE DAMS, COMMITTEE ON DAMMING AND THE ENVIRONNEMENT, 1980, *Dams and the environnement, les barrages et l'environnement*, Ed. The Commission, 79 p.

JUSSERAND N. (dir.), 1998, *Guide de la Haute-Loire*, éditions Gallimard, 208 p.

JUSSERAND N. (dir.), 2000, *Guide du P.N.R. du Pilat*, éditions Gallimard, 184 p.

LACOSTE Y., 2001, *L'eau des hommes*, Ed. Cercle d'Art, 172 p.

LACROIX G., 03.1993, *Lacs et rivières, milieux vivants*, Coll. Ecoguides, Ed. Bordas, 255 p.

LAHOUSSE P., PIEDANNA V., 1998, *L'outil statistique en géographie, Les distributions à une dimension*, Vol. 1, Coll. Synthèse Géographie, Ed. A. Colin, 95 p.

LAHOUSSE P., PIEDANNA V., 1999, *L'outil statistique en géographie, L'analyse bivariable*, Vol. 2, Coll. Synthèse Géographie, Ed. A. Colin, 96 p.

LAIME M., 2003, *Le dossier de l'eau, Pénurie, pollution, corruption*, Coll. L'Epreuve des Faits, Ed. Seuil, 401 p.

LAMARRE D., PAGNEY P., 1999, *Climats et sociétés*, Coll. U. Géographie, Ed. A. Colin, 272 p.

LARCADE L., MICHALEC A. (dir.), SERVICE EDUCATIF DES ARCHIVES DEPARTEMENTALES DE LA LOIRE, AVEC LA COLLABORATION DES ARCHIVES MUNICIPALES DE LA VILLE DE SAINT-ETIENNE, 1997, *Une rivière, une ville : Saint-Etienne et le Furan*, Archives Départementales de la Loire, 249 p.

LASSERRE F., 07.10.2003, « Pour une meilleure gestion préventive de l'eau » in *Le Monde*, p. 16.

LEGROS J.-P., 2007, *Les grands sols du monde*, Coll. Sciences de la Terre, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 562 p.

LEROUX M., 2003, « Les échelles spatiales et temporelles des précipitations : l'exemple de la France » in *Actes du Festival International de Géographie de Saint-Dié-des-Vosges*, 2 p.

LEROY J.-B., 1977, *La pollution des eaux*, Coll. Que Sais-Je ?, Ed. PUF, 128 p.

LEROY M., 11.2002, « La mesure au sol de la température et des précipitations » in *La Météorologie*, N°39, pp. 52-56.

Références bibliographiques

LEVALLOIS B., CHAMBRE REGIONALE DES COMPTES DE LA REGION RHONE-ALPES, 2002, *Rapport d'observations définitives concernant la gestion de la commune de Saint-Etienne (services de l'eau et de l'assainissement) au cours des exercices 1995 à 2001*, 42 p.

LOUP J., 1974, *Les eaux terrestres : hydrologie continentale*, Coll. d'initiation aux études géographiques, Ed. Masson, 171 p.

MAINGUET M., 2003, « Les sécheresses et le génie créateur de l'homme dans les milieux secs : nouvelle géographie de l'adaptation ? » in *Actes du Festival International de Géographie de Saint-Dié-des-Vosges*, 10 p.

MARAND C., ZUMSTEIN J.-F., 1991, « La modélisation des précipitations moyennes annuelles appliquée au Massif vosgien » in *Hydrologie continentale*, pp. 29-39.

MARGAT J., 1996, *Les ressources en eau : conception, évaluation, cartographie, comptabilité*, Coll. Manuels et méthodes, Ed. BRGM, Orléans, 148 p.

MARGAT J., 2003, « Ressources en eau et utilisations dans le monde : idées reçues et réalités », in *Actes du Festival International de Géographie de Saint-Dié-des-Vosges*, 16 p.

MATHYS N, RICHARD D., 1999, « Les bassins de Draix » in *Conséquences hydrologiques de la forêt méditerranéenne : rapport sur les recherches menées en France*, pp. 1-5.

METEO-FRANCE, 03.2003, 04.2003, 05.2003, 06.2003, 07.2003, 08.2003, 09.2003, *Bulletins climatologiques départementaux pour les départements de la Loire et de la Haute-Loire*, 1 p.

MINISTERE DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE ET DE L'ENVIRONNEMENT, 15.10.1997, *Connaître l'eau : quels réseaux de mesure pour quels usages ?*, Actes du Colloque, 15 p.

MINISTERE DE L'ECOLOGIE ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE, 2004, *Plan Climat 2004, Face au changement climatique, agissons ensemble*, 8 p.

MINISTERE DE L'ECOLOGIE ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE, 16.12.2003, *Synthèse et propositions d'orientations pour une réforme de la politique de l'eau*, 24 p.

MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT, *L'eau, patrimoine commun, L'aménagement et la gestion intégrés des bassins versants, L'approche française*, 12 p.

Références bibliographiques

MINISTERE DE L'EQUIPEMENT, DES TRANSPORTS ET DU LOGEMENT ; MINISTERE DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE ET DE L'ENVIRONNEMENT, *L'eau, l'expérience française*, 28 p.

MISSION INTERSERVICES DE L'EAU, PREFECTURE DE L'ISERE, 06.2004, *Sécheresse : Comprendre l'été 2003 pour préparer l'avenir, Economies d'eau, un devoir pour chacun*, 11 p.

MISSION INTERSERVICES DE L'EAU DE LA LOIRE, PREFECTURE DE LA LOIRE, 21.02.2006, *Arrêté Cadre Sécheresse fixant les mesures de gestion de la ressource en eau en période d'étiage*, 14 p.

MORINIAUX V. (dir.), 2003, *Questions de Géographie : les risques*, Ed. Du Temps, 256 p.

NARCY J.-B., 2004, *Pour une gestion spatiale de l'eau : comment sortir du tuyau*, Ed. Ecopolis, Bruxelles, 342 p.

NICOLAY T., FRANCE NATURE ENVIRONNEMENT, 2004, *Lettre Eau N°23 - Point de vue - Directive cadre européenne sur l'eau, La nécessaire vigilance des associations*, 2 p.

NICOLAY T., FRANCE NATURE ENVIRONNEMENT, 2004, *Lettre Eau N°25 - Pour une nouvelle culture de l'eau*, 4 p.

OFFICE DES PUBLICATIONS OFFICIELLES DES COMMUNAUTES EUROPEENNES, 2000, *Directive Cadre sur l'Eau, Texte consolidé produit par le système CONSLEG de l'Office des publications officielles des Communautés européennes*, 80 p.

OFFICE INTERNATIONAL DE L'EAU, 11.1998, *Gestion des services et traitement de l'eau*, Ed. Lavoisier, 140 p.

OFFICE INTERNATIONAL DE L'EAU, 2002, *Les zones de montagne jouent un rôle stratégique dans la gestion de l'eau*, 3 p.

OFFICE INTERNATIONAL DE L'EAU, 02.2003, *Synthèse bibliographique : L'eau en Limousin*, 35 p.

OFFICE INTERNATIONAL DE L'EAU, 2004, *Les dossiers d'Eaudoc, Spécial « Sécheresse »*, 11 p.

ORGANISATION DE COOPERATION ET DE DEVELOPPEMENT ECONOMIQUES, 2003, *Améliorer la gestion de l'eau : l'expérience récente de l'O.C.D.E.*, Ed. Paris, O.C.D.E., 140 p.

Références bibliographiques

ORGANISATION METEOROLOGIQUE MONDIALE, 1999, *Les systèmes d'alerte précoce applicables à la sécheresse et à la diversification : Rôle des services météorologiques et hydrologiques nationaux*, N°906, Genève, 12 p.

PAGNEY P., 1988, *Climats et cours d'eau de France*, Coll. Géographie, Ed. Masson, 248 p.

PALANDRE Y., 06.2002, *Le réchauffement climatique dans le département de la Loire*, Mémoire de Maîtrise de Géographie, 99 p.

PARC NATUREL REGIONAL DU PILAT, 04.1984, « L'agriculture dans le Parc du Pilat », in *Journal du Parc N°38*.

PAYS DE RHÔNE-ALPES, 2005, *Le Pilat, l'eau, son patrimoine, Histoire de l'énergie hydraulique dans le Parc Naturel Régional du Pilat*, 62 p.

PECH P., VEYRET-MEKDJIAN Y., 1997, *L'homme et l'environnement*, Coll. Premier cycle, Ed. PUF, 423 p.

PERRIN C., CENTRE D'ETUDES DU MACHINISME AGRICOLES, DU GENIE RURAL, DES EAUX ET DES FORETS, 2004, *Été 2004 : la sécheresse est-elle de retour ?*, 3 p.

PETITET S., PEZON C., 26.03.2004, « L'intercommunalité en France de 1890 à 1999, la distribution d'eau potable » in *Actes de la journée d'études « Les territoires de l'eau »*, Université d'Artois, 17 p.

PEYTAVIT J.-Y., 06.10.2004, « Comment partager l'information sur la qualité de l'eau ? », « Présentation de « Inf'Eau Loisirs », outil d'information en temps réel sur la qualité des rivières du Lot, in *La gestion équilibrée de la ressource en eau à l'échelle des bassins versants, Actes des Rencontres techniques nationales du 6 octobre 2004 à Clermont-Ferrand*, pp. 49-53.

PFLIMLIN A., 05.1997, *La sécheresse : gérer les risques, Analyse sur deux décennies, Méthode et exemples de scénarios d'adaptation par grandes zones d'élevage*, Ed. Institut de l'Elevage, 113 p.

PREFECTURE DE LA HAUTE-LOIRE, 06.2003, « L'eau, une approche dynamique en Haute-Loire » in *Courrier interministériel, La Lettre des services de l'Etat*, 12 p.

PRESSOUYRE L., CONGRES NATIONAL DES SOCIETES SAVANTES, 1995, *Vivre en moyenne montagne, Actes du 117ème Congrès national des sociétés savantes*, Clermont-Ferrand, octobre 1992, Sections Archéologie et histoire de l'art, Géographie, Histoire moderne et contemporaine, Pré et protohistoire, 546 p.

Références bibliographiques

RESEAU NATIONAL DE DONNEES SUR L'EAU, 14.03.2003, 17.04.2003, 16.05.2003, 16.06.2003, 10.07.2003, 06.08.2003, 10.09.2003, *Bulletins de Situations Hydrologiques*.

RIVIERE-HONEGGER A. & RUF T. (dir.), 2000, *Approches sociales de l'irrigation et de la gestion collective de l'eau, Démarches et expériences en France et dans le monde*, Ed. Territoires en mutation N°7, Montpellier, 230 p.

ROBERT M., 1999, « Impacts des changements climatiques sur l'évolution des sols et conséquences sur le bilan hydrique » in *Comptes-rendus de l'Académie d'Agriculture de France*, Vol. 85, N°4, pp. 35-44.

ROBERT S., INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE DE SAINT-ETIENNE, DEPARTEMENT GENIE BIOLOGIQUE, OPTION GENIE DE L'ENVIRONNEMENT, 03.07.1998, *Etude Diagnostic du Bassin versant de la Dunières, Rapport de stage de fin d'études pour le Syndicat des Trois Rivières*, 67 p.

ROUSSEAU B., FRANCE NATURE ENVIRONNEMENT, 2003, *Lettre Eau N°15 : Nos ressources en eau ont-elles encore un avenir ?*, 3 p.

ROUSSEAU B., FRANCE NATURE ENVIRONNEMENT, 2004, *Lettre Eau n°25 : Pour une eau vivante: survivre à la sécheresse !*, 2 p.

ROUX D., 2002, *Un exemple de gestion concertée en période de sécheresse : Le bassin de la Durance dans le Sud-Est de la France en 2002*, 10 p.

ROUX M., 2001, « Finalité et outils pour l'évaluation de la qualité des milieux aquatiques » in *Revue de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne*, N°81, pp. 3-6.

ROUYRRE C., 2003, *Guide de l'eau, Comment moins la polluer ? Comment la préserver ?*, Ed. Seuil, 155 p.

RESEAU NATIONAL DE DONNEES SUR L'EAU, 10.2002 à 09.2003, *Bulletins de Situation Hydrologique*, 11 p.

SACAREAU I., 2003, *La montagne : une approche géographique*, Coll. Belin Sup. Géographie, Ed. Belin, 287 p.

SCURTI S., 10.2004, *Les industriels et la protection des ressources en eau*, 5 p.

Références bibliographiques

SERRE F., 2001, *La neige dans le Massif Central, Une contrainte pour la gestion des territoires ?*, Ouvrage exposant les premiers résultats d'une thèse de doctorat, Coll. Nature et Sociétés, Ed. Presses Universitaires Blaise Pascal, 203 p.

SMETS H., ACADEMIE DE L'EAU, 12.2004, *Pour un droit effectif à l'eau potable*, Ed. AESN Nanterre, 120 p.

SOCIETE D'INGENIERIE POUR L'EAU ET L'ENVIRONNEMENT (S.I.E.E), 07.2000, *Contrat de Rivière Ondaine : étude hydrologique, hydraulique, géomorphoécologique et paysagère pour le Syndicat Intercommunal de la Vallée de l'Ondaine*, Phase I : Etat des lieux, diagnostic, Vol. 1.1 : Mémoire, 81 p.

SOCIETE STEPHANOISE DES EAUX, VILLE DE SAINT-ETIENNE, 2000, *Service public de distribution d'eau potable, Service d'assainissement : Rapport annuel 2000*, 30 p.

SOCIETE STEPHANOISE DES EAUX, 2000, *Ville de Saint-Etienne, Alimentation en Eau Potable, Station de traitement de Solaure*, 14 p.

SOGREAH CONSULTANTS, 05.2003, *Etude préalable à l'engagement d'un Contrat de Rivière sur le Bassin versant de la Semène pour le Syndicat Mixte des Trois Rivières*, 20 p.

STARON G., 1993, *L'hiver dans le Massif Central français, Etude de Climatologie et d'hydrologie*, Ed. remaniée de la thèse soutenue sous le titre *L'hiver sur le Massif central : étude de climatologie et d'hydrologie*, Thèses et mémoires - Centre d'Etudes Foréziennes, Ed. Publications de l'Université de Saint-Etienne, 402 p.

SYNDICAT MIXTE DE LA JEUNE LOIRE ET SES RIVIERES, 2007, *Schéma de Cohérence Territoriale, 3. Document d'orientations générales - Projet arrêté le 19 décembre 2007*, 50 p.

TABEAUD M., 2003, « Folie des eaux, folie climatique » in *Actes du Festival International de Géographie de Saint-Dié-des-Vosges*, 4 p.

TOUCHART L., 10.2003, *Hydrologie, Mers, fleuves et lacs*, Coll. Campus, Ed. A. Colin, 192 p.

TRICART J., 1997, *Ecogéographie des espaces ruraux, Contribution méthodologique au programme international géosphère / biosphère*, Coll. Fac. Géographie (Paris), Ed. Nathan, 187 p.

TROCHERIE F., INSTITUT FRANÇAIS DE L'ENVIRONNEMENT, 03.2003, *Ville et agriculture : dialogue ou monologues ?*, Ed. Les données de l'environnement, 4 p.

Références bibliographiques

VALIRON F., 1990, *La politique de l'eau en France de 1945 à nos jours*, Ed. Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, 152 p.

VERVIER P. (dir.), 05.02.2004, « Gestion de l'Eau et de la Sécheresse » in *I.N.S.U. Prospective « Sociétés et Environnements »*, pp. 63-73.

VEY C., 2004, *La gestion de l'eau en moyenne montagne, en période de crise : l'exemple de la Vallée du Furan*, Mémoire de Maîtrise, 77 p.

VEYRET-MEKDJIAN Y. (dir.), 2004, *Géo-environnement*, Coll. Campus Géographie, Ed. A. Colin, 186 p.

VILLEY-DESMESERETS F., 2001, *La politique de préservation de la ressource en eau destinée à la consommation humaine, Rapport de l'instance d'évaluation*, 402 p.

WORLD WIDE FOUNDATION, 2005, *Les « Journées Rivières Vivantes » et la campagne pédagogique « La Rivière m'a dit »...*, 19 p.

Table des illustrations

- Table des figures -

Figure 1 : Carte de localisation du territoire d'étude en France et classes d'altitude (PITTE J.-R.).	- 15 -
Figure 2 : Facteurs déterminant l'état qualitatif et quantitatif de la ressource en eau (d'après l'O.M.M.)	- 16 -
Figure 3 : Stations de mesure des débits sur le territoire d'étude (Banque HYDRO)	- 18 -
Figure 4 : Stations de mesure des précipitations moyennes mensuelles sur le territoire d'étude entre 1975 et 2003 (METEO-FRANCE)	- 19 -
Figure 5 : Stations de mesure des températures moyennes mensuelles sur le territoire d'étude entre 1975 et 2003 (METEO-FRANCE)	- 20 -
Figure 6 : Relation entre l'altitude et les températures moyennes de Juin 2003 (METEO-FRANCE)	- 23 -
Figure 7 : Carte de l'interpolation des résidus de la droite de régression représentant les températures moyennes de juin 2003 (METEO-FRANCE)	- 24 -
Figure 8 : Le Bassin versant de l'Ecotay au C.P.I.E. de Marlihes, types de sols et localisation des relevés effectués à la tarière pédologique (CARTE I.G.N. N°29340 SERIE BLEUE DE SAINT-GENEST-MALIFAU de 1989, ATLAS DU PARC NATUREL REGIONAL DU PILAT)	- 27 -
Figure 9 : Les horizons diagnostic des différents termes de la séquence du Pilat (J.-P. LEGROS, 2007)	- 28 -
Figure 10 : Le Bassin versant du Furan au Bessat, à l'amont du Barrage du Pas de Riot, types de sols et localisation des relevés effectués à la tarière pédologique (SCAN 50 – INSTITUT GEOGRAPHIQUE NATIONAL, ATLAS DU PARC NATUREL REGIONAL DU PILAT)	- 29 -
Figure 11 : Le Bassin versant du Ruisseau des Préaux à Bourg-Argental, types de sols et localisation des relevés effectués à la tarière pédologique (SCAN 50 – INSTITUT GEOGRAPHIQUE NATIONAL, ATLAS DU PARC NATUREL REGIONAL DU PILAT)	- 31 -
Figure 12 : Le Bassin versant de la Valencize à Chavanay, types de sols et localisation des relevés effectués à la tarière pédologique (SCAN 50 – INSTITUT GEOGRAPHIQUE NATIONAL, ATLAS DU PARC NATUREL REGIONAL DU PILAT)	- 33 -
Figure 13 : La répartition de la ressource d'après J. MARGAT	- 35 -
Figure 14 : Classes d'altitude et principaux sommets de la zone d'étude (INSTITUT GEOGRAPHIQUE NATIONAL)	- 38 -
Figure 15 : Occupation du sol du territoire d'étude en 2000 (d'après l'I.G.N.)	- 40 -
Figure 16 : Cours d'eau principaux du territoire d'étude (I.G.N.)	- 41 -
Figure 17 : Les précipitations moyennes annuelles sur le territoire d'étude - Normale 1971-2000 (METEO-FRANCE)	- 42 -
Figure 18 : Les précipitations moyennes entre le 1 ^{er} janvier et le 31 mars sur le territoire d'étude - Normale 1971-2000 en mm (METEO-FRANCE)	- 44 -
Figure 19 : Les précipitations moyennes entre le 1 ^{er} avril et le 30 juin sur le territoire d'étude - Normale 1971-2000 en mm (METEO-FRANCE)	- 45 -
Figure 20 : Les précipitations moyennes entre le 1 ^{er} juillet et le 30 septembre sur le territoire d'étude - Normale 1971-2000 en mm (METEO-FRANCE)	- 46 -
Figure 21 : Les précipitations moyennes entre le 1 ^{er} octobre et le 31 décembre sur le territoire d'étude - Normale 1971-2000 en mm (METEO-FRANCE)	- 47 -
Figure 22 : Rapport entre les précipitations de la période de référence 1971-2000 et les précipitations de la période de référence 1951-1980 (METEO-FRANCE)	- 49 -
Figure 23 : Rapport entre les précipitations hivernales de la période de référence 1971-2000 et les précipitations hivernales de la période de référence 1951-1980 (METEO-FRANCE)	- 50 -
Figure 24 : Rapport entre les précipitations printanières de la période de référence 1971-2000 et les précipitations printanières de la période de référence 1951-1980 (METEO-FRANCE)	- 51 -
Figure 25 : Rapport entre les précipitations estivales de la période de référence 1971-2000 et les précipitations estivales de la période de référence 1951-1980 (METEO-FRANCE)	- 52 -
Figure 26 : Rapport entre les précipitations automnales de la période de référence 1971-2000 et les précipitations automnales de la période de référence 1951-1980 (METEO-FRANCE)	- 54 -
Figure 27: Hauteur des précipitations à Saint-Etienne Bouthéon entre 1946 et 2008 (METEO-FRANCE)	- 55 -

Table des illustrations

Figure 28 : Hauteur des précipitations à Saint-Etienne Bouthéon entre 1975 et 2008 (METEO-FRANCE)	56 -
Figure 29 : Précipitations moyennes annuelles en mm sur le sud des Monts du Lyonnais et le P.N.R. du Pilat de 1973 à 2002 (METEO-FRANCE)	56 -
Figure 30 : Epaisseur maximale du manteau neigeux par mois sur le Massif du Pilat (Octobre 1975 – Mars 2009, LA GAZETTE SAINT-ETIENNE METROPOLE, LA TRIBUNE – LE PROGRES) -	60 -
Figure 31 : Epaisseur maximale du manteau neigeux par année hydrologique sur le Massif du Pilat (Octobre 1975 – Mars 2009, LA GAZETTE SAINT-ETIENNE METROPOLE, LA TRIBUNE - LE PROGRES)	61 -
Figure 32 : Epaisseur maximale du manteau neigeux par mois dans les vallées du Furan, du Gier et de l'Ondaine (Octobre 1975 – Mars 2009, LA GAZETTE SAINT-ETIENNE METROPOLE, LA TRIBUNE - LE PROGRES)	62 -
Figure 33 : Epaisseur maximale du manteau neigeux par année hydrologique dans les vallées du Furan, du Gier et de l'Ondaine (Octobre 1975 – Mars 2009, LA GAZETTE SAINT-ETIENNE METROPOLE, LA TRIBUNE - LE PROGRES).....	63 -
Figure 34 : Epaisseur maximale du manteau neigeux par mois dans le nord-est de la Haute-Loire (Octobre 1975 – Mars 2009, LA GAZETTE HAUTE-LOIRE, LA TRIBUNE - LE PROGRES)...	64 -
Figure 35 : Epaisseur maximale du manteau neigeux par année hydrologique sur le nord-est de la Haute-Loire (Octobre 1975 – Mars 2009, LA GAZETTE HAUTE-LOIRE, LA TRIBUNE - LE PROGRES).....	65 -
Figure 36 : Les températures moyennes annuelles sur le territoire d'étude - Normale 1971-2000 en °C (METEO-FRANCE)	66 -
Figure 37 : Températures annuelles moyennes à Saint-Etienne Bouthéon entre 1947 et 2008 (METEO-FRANCE)	67 -
Figure 38 : Températures annuelles moyennes à Lyon Bron entre 1921 et 2008 (METEO-FRANCE) ...	68 -
Figure 39 : Etat de la Réserve Utile en mai sur le territoire d'étude - Normale 1971-2000 en mm (METEO-FRANCE)	72 -
Figure 40 : Etat de la Réserve Utile en juin sur le territoire d'étude - Normale 1971-2000 en mm (METEO-FRANCE)	73 -
Figure 41 : Etat de la Réserve Utile en juillet sur le territoire d'étude - Normale 1971-2000 en mm (METEO-FRANCE)	74 -
Figure 42 : Etat de la Réserve Utile en août sur le territoire d'étude – Normale 1971-2000 en mm (METEO-FRANCE)	75 -
Figure 43 : Etat de la Réserve Utile en septembre sur le territoire d'étude – Normale 1971-2000 en mm (METEO-FRANCE)	76 -
Figure 44 : Etat de la Réserve Utile en octobre sur le territoire d'étude – Normale 1971-2000 en mm (METEO-FRANCE)	77 -
Figure 45 : Etat de la Réserve Utile en novembre sur le territoire d'étude – Normale 1971-2000 en mm (METEO-FRANCE)	78 -
Figure 46 : Etat du Déficit Hydrique en juin - Normale 1971-2000 en mm (METEO-FRANCE)	80 -
Figure 47 : Etat du Déficit Hydrique en juillet - Normale 1971-2000 en mm (METEO-FRANCE) ..	81 -
Figure 48 : Etat du Déficit Hydrique en août - Normale 1971-2000 en mm (METEO-FRANCE).....	82 -
Figure 49 : Etat du Déficit Hydrique en septembre - Normale 1971-2000 en mm (METEO-FRANCE) .	83 -
Figure 50 : L'occupation du sol du Bassin versant de la Déôme à Saint-Julien-Molin-Molette d'après Corine Land Cover (I.F.EN., 2000)	85 -
Figure 51 : L'occupation du sol du Bassin versant du Gier à Rive-de-Gier d'après Corine Land Cover (I.F.EN., 2000)	87 -
Figure 52 : L'occupation du sol du Bassin versant de la Valencize à Chavanay d'après Corine Land Cover (I.F.EN., 2000).....	89 -
Figure 53 : Diagramme ombrothermique du Bassin versant de la Déôme à Saint-Julien-Molin-Molette, Normale 1971-2000 (METEO-FRANCE)	90 -
Figure 54 : Diagramme ombrothermique du Bassin versant de la Dunières à Sainte-Sigolène, Normale 1971-2000 (METEO-FRANCE).....	91 -
Figure 55 : Diagramme ombrothermique du Bassin versant du Gier à Rive-de-Gier, Normale 1971-2000 (METEO-FRANCE)	92 -

Table des illustrations

Figure 56 : Diagramme ombrothermique du Bassin versant de la Semène à Saint-Didier-en-Velay, Normale 1971-2000 (METEO-FRANCE).....	- 92 -
Figure 57 : Diagramme ombrothermique du Bassin versant de la Valencize à Chavanay, Normale 1971-2000 (METEO-FRANCE).....	- 93 -
Figure 58 : Valeurs de la Réserve Utile sur le Bassin versant de l'Ecotay à Marlhes entre le début du mois de novembre et la fin du mois de mai - Période 1971-2000 (ATLAS DU PARC NATUREL REGIONAL DU PILAT, INSTITUT GEOGRAPHIQUE NATIONAL, METEO-FRANCE) -	102 -
Figure 59 : Valeurs de la Réserve Utile sur le Bassin versant de l'Ecotay à Marlhes à la fin du mois de juin - Période 1971-2000 (ATLAS DU PARC NATUREL REGIONAL DU PILAT, INSTITUT GEOGRAPHIQUE NATIONAL, METEO-FRANCE).....	- 102 -
Figure 60 : Valeurs de la Réserve Utile sur le Bassin versant de l'Ecotay à Marlhes à la fin du mois de juillet - Période 1971-2000 (ATLAS DU PARC NATUREL REGIONAL DU PILAT, INSTITUT GEOGRAPHIQUE NATIONAL, METEO-FRANCE).....	- 103 -
Figure 61 : Valeurs de la Réserve Utile sur le Bassin versant de l'Ecotay à Marlhes à la fin du mois d'août - Période 1971-2000 (ATLAS DU PARC NATUREL REGIONAL DU PILAT, INSTITUT GEOGRAPHIQUE NATIONAL, METEO-FRANCE).....	- 103 -
Figure 62 : Valeurs de la Réserve Utile sur le Bassin versant de l'Ecotay à Marlhes à la fin du mois de septembre - Période 1971-2000 (ATLAS DU PARC NATUREL REGIONAL DU PILAT, INSTITUT GEOGRAPHIQUE NATIONAL, METEO-FRANCE).....	- 104 -
Figure 63 : Valeurs de la Réserve Utile sur le Bassin versant de l'Ecotay à Marlhes à la fin du mois d'octobre - Période 1971-2000 (ATLAS DU PARC NATUREL REGIONAL DU PILAT, INSTITUT GEOGRAPHIQUE NATIONAL, METEO-FRANCE).....	- 104 -
Figure 64 : Valeurs de la Réserve Utile sur le Bassin versant du Furan au Bessat entre le début du mois d'octobre et la fin du mois de juin - Période 1971-2000 (ATLAS DU PARC NATUREL REGIONAL DU PILAT, INSTITUT GEOGRAPHIQUE NATIONAL, METEO-FRANCE) -	107 -
Figure 65 : Valeurs de la Réserve Utile sur le Bassin versant du Furan au Bessat à la fin du mois de juillet - Période 1971-2000 (ATLAS DU PARC NATUREL REGIONAL DU PILAT, INSTITUT GEOGRAPHIQUE NATIONAL, METEO-FRANCE).....	- 108 -
Figure 66 : Valeurs de la Réserve Utile sur le Bassin versant du Furan au Bessat à la fin du mois d'août - Période 1971-2000 (ATLAS DU PARC NATUREL REGIONAL DU PILAT, INSTITUT GEOGRAPHIQUE NATIONAL, METEO-FRANCE).....	- 108 -
Figure 67 : Valeurs de la Réserve Utile sur le Bassin versant du Furan au Bessat à la fin du mois de septembre - Période 1971-2000 (ATLAS DU PARC NATUREL REGIONAL DU PILAT, INSTITUT GEOGRAPHIQUE NATIONAL, METEO-FRANCE).....	- 109 -
Figure 68 : Valeurs de la Réserve Utile sur le Bassin versant du Ruisseau des Préaux à Bourg-Argental entre le début du mois d'octobre et la fin du mois de mai - Période 1971-2000 (ATLAS DU PARC NATUREL REGIONAL DU PILAT, INSTITUT GEOGRAPHIQUE NATIONAL, METEO-FRANCE)	- 113 -
Figure 69 : Valeurs de la Réserve Utile sur le Bassin versant du Ruisseau des Préaux à Bourg-Argental à la fin du mois de juin - Période 1971-2000 (ATLAS DU PARC NATUREL REGIONAL DU PILAT, INSTITUT GEOGRAPHIQUE NATIONAL, METEO-FRANCE).....	- 114 -
Figure 70 : Valeurs de la Réserve Utile sur le Bassin versant du Ruisseau des Préaux à Bourg-Argental à la fin du mois d'août - Période 1971-2000 (ATLAS DU PARC NATUREL REGIONAL DU PILAT, INSTITUT GEOGRAPHIQUE NATIONAL, METEO-FRANCE).....	- 115 -
Figure 71 : Valeurs de la Réserve Utile sur le Bassin versant du Ruisseau des Préaux à Bourg-Argental à la fin du mois de septembre - Période 1971-2000 (ATLAS DU PARC NATUREL REGIONAL DU PILAT, INSTITUT GEOGRAPHIQUE NATIONAL, METEO-FRANCE).....	- 116 -
Figure 72 : Valeurs de la Réserve Utile sur le Bassin versant de la Valencize à Chavanay entre le début du mois d'octobre et la fin du mois de mai - Période 1971-2000 (ATLAS DU PARC NATUREL REGIONAL DU PILAT, INSTITUT GEOGRAPHIQUE NATIONAL, METEO-FRANCE) -	122 -
Figure 73 : Valeurs de la Réserve Utile sur le Bassin versant de la Valencize à Chavanay à la fin du mois de juin - Période 1971-2000 (ATLAS DU PARC NATUREL REGIONAL DU PILAT, INSTITUT GEOGRAPHIQUE NATIONAL, METEO-FRANCE).....	- 123 -
Figure 74 : Valeurs de la Réserve Utile sur le Bassin versant de la Valencize à Chavanay à la fin du mois de juillet - Période 1971-2000 (ATLAS DU PARC NATUREL REGIONAL DU PILAT, INSTITUT GEOGRAPHIQUE NATIONAL, METEO-FRANCE).....	- 124 -

Table des illustrations

Figure 75 : Valeurs de la Réserve Utile sur le Bassin versant de la Valencize à Chavanay à la fin du mois d'août - Période 1971-2000 (ATLAS DU PARC NATUREL REGIONAL DU PILAT, INSTITUT GEOGRAPHIQUE NATIONAL, METEO-FRANCE).....	125 -
Figure 76 : Valeurs de la Réserve Utile sur le Bassin versant de la Valencize à Chavanay à la fin du mois de septembre - Période 1971-2000 (ATLAS DU PARC NATUREL REGIONAL DU PILAT, INSTITUT GEOGRAPHIQUE NATIONAL, METEO-FRANCE).....	126 -
Figure 77 : Débits annuels des cours d'eau de la zone d'étude entre 1976 et 2009 (Banque HYDRO).....	129 -
Figure 78 : Rapport entre enneigement maximum de la saison hivernale sur le nord-est de la Haute-Loire et les débits moyens du Lignon au Chambon-sur-Lignon entre 1976 et 2009 (mars-avril)....	130 -
Figure 79 : Rapport entre enneigement maximum de la saison hivernale sur le nord-est de la Haute-Loire et les débits moyens du Lignon à Yssingeaux entre 1976 et 2009 (mars-avril).....	131 -
Figure 80 : Rapport entre la Pente moyenne du bassin versant en % et le coefficient d'écoulement -	133 -
Figure 81 : Rapport entre les territoires artificialisés et le coefficient d'écoulement (I.F.EN. CORINE LAND COVER 2000)	134 -
Figure 82 : Rapport entre les territoires agricoles et le coefficient d'écoulement (I.F.EN. CORINE LAND COVER 2000)	134 -
Figure 83 : Rapport entre les forêts et milieux semi-naturels et le coefficient d'écoulement (I.F.EN. CORINE LAND COVER 2000).....	135 -
Figure 84 : Rapport entre les températures moyennes annuelles en °C (1971-2000) et le coefficient d'écoulement (METEO-FRANCE)	135 -
Figure 85 : Analyse en Composantes Principales effectuée sur les grands types d'occupation du sol et sur le coefficient d'écoulement des cours d'eau du territoire d'étude (BANQUE HYDRO, I.F.EN. CORINE LAND COVER 2000, METEO-FRANCE)	137 -
Figure 86 : Les besoins en eau en mm de la végétation dans le Parc Naturel Régional du Pilat (CONSERVATOIRE BOTANIQUE DU MASSIF CENTRAL)	143 -
Figure 87 : Rapport entre les précipitations annuelles et les besoins en eau de la végétation en mm dans le Parc Naturel Régional du Pilat - Département de la Loire (CONSERVATOIRE BOTANIQUE DU MASSIF CENTRAL, METEO-FRANCE)	144 -
Figure 88 : Rapport entre le Bilan Climatique annuel et les besoins en eau de la végétation en mm dans le Parc Naturel Régional du Pilat - Département de la Loire (CONSERVATOIRE BOTANIQUE DU MASSIF CENTRAL, METEO-FRANCE)	145 -
Figure 89 : Les besoins en eau en mm de la végétation sur le Bassin versant de l'Ecotay au C.P.I.E. de Marlihes (CONSERVATOIRE BOTANIQUE DU MASSIF CENTRAL)	146 -
Figure 90 : Rapport entre les précipitations annuelles et les besoins en eau de la végétation en mm sur le Bassin versant de l'Ecotay au C.P.I.E. de Marlihes (CONSERVATOIRE BOTANIQUE DU MASSIF CENTRAL, METEO-FRANCE).....	147 -
Figure 91 : Rapport entre le Bilan Climatique annuel et les besoins en eau de la végétation en mm sur le Bassin versant de l'Ecotay au C.P.I.E. de Marlihes (CONSERVATOIRE BOTANIQUE DU MASSIF CENTRAL, METEO-FRANCE).....	147 -
Figure 92 : Les besoins en eau en mm de la végétation sur le Bassin versant du Furan au Bessat (CONSERVATOIRE BOTANIQUE DU MASSIF CENTRAL)	148 -
Figure 93 : Rapport entre les précipitations annuelles et les besoins en eau de la végétation en mm sur le Bassin versant du Furan au Bessat (CONSERVATOIRE BOTANIQUE DU MASSIF CENTRAL, METEO-FRANCE)	149 -
Figure 94 : Rapport entre le Bilan Climatique annuel et les besoins en eau de la végétation en mm sur le Bassin versant du Furan au Bessat (CONSERVATOIRE BOTANIQUE DU MASSIF CENTRAL, METEO-FRANCE)	149 -
Figure 95 : Les besoins en eau en mm de la végétation sur le Bassin versant du Ruisseau des Préaux à Bourg-Argental (CONSERVATOIRE BOTANIQUE DU MASSIF CENTRAL)	150 -
Figure 96 : Rapport entre les précipitations annuelles et les besoins en eau de la végétation en mm sur le Bassin versant du Ruisseau des Préaux à Bourg-Argental (CONSERVATOIRE BOTANIQUE DU MASSIF CENTRAL, METEO-FRANCE)	151 -
Figure 97 : Rapport entre le Bilan Climatique annuel et les besoins en eau de la végétation en mm sur le Bassin versant du Ruisseau des Préaux à Bourg-Argental (CONSERVATOIRE BOTANIQUE DU MASSIF CENTRAL, METEO-FRANCE)	151 -
Figure 98 : Les besoins en eau en mm de la végétation sur le Bassin versant de la Valencize à Chavanay (CONSERVATOIRE BOTANIQUE DU MASSIF CENTRAL)	152 -

Table des illustrations

Figure 99 : Rapport entre les précipitations annuelles et les besoins en eau de la végétation en mm sur le Bassin versant de la Valencize à Chavanay (CONSERVATOIRE BOTANIQUE DU MASSIF CENTRAL, METEO-FRANCE)	153 -
Figure 100 : Rapport entre le Bilan Climatique annuel et les besoins en eau de la végétation en mm sur le Bassin versant de la Valencize à Chavanay (CONSERVATOIRE BOTANIQUE DU MASSIF CENTRAL, METEO-FRANCE)	153 -
Figure 101 : Prélèvements industriels en m ³ en 2005 (REGISTRE FRANCAIS DES EMISSIONS POLLUANTES)	156 -
Figure 102 : L'organisation de la gestion de l'eau autour de la Mission Interservices pour l'Eau dans le département de la Loire, avant regroupement de la D.D.E. et de la D.D.A.F. en une D.D.E.A. -	172 -
Figure 103 : L'organisation de la gestion de l'eau autour de la Délégation Interservices pour l'Eau en Haute-Loire	173 -
Figure 104 : Débits annuels de la Semène à Pont-Salomon (Le Crouzet) et à Jonzieux entre 1976 et 2008 (Banque HYDRO).....	183 -
Figure 105 : La gestion de la distribution de l'eau potable par commune sur le territoire d'étude. -	190 -
Figure 106 : Les groupements de distribution de l'eau potable sur le territoire d'étude.....	191 -
Figure 107 : Les prises d'eau et les captages pour l'alimentation en eau potable sur le territoire d'étude (CONSEIL GENERAL DE LA LOIRE, CONSEIL GENERAL DE LA HAUTE-LOIRE)... -	192 -
Figure 108 : Réservoirs de capacité égale ou supérieure à 400 000 m ³ dans l'agglomération stéphanoise- 193 -	
Figure 109 : Densité (habitants / km ²) par communes sur le territoire d'étude en 1999 (I.N.S.E.E.)- 213 -	
Figure 110 : Evolution de la population en habitants par commune entre 1975 et 2006 (INSTITUT NATIONAL DE LA STATISTIQUE ET DES ETUDES ECONOMIQUES)	215 -
Figure 111 : Evolution de la population en habitants par commune entre 1999 et 2006 (INSTITUT NATIONAL DE LA STATISTIQUE ET DES ETUDES ECONOMIQUES)	216 -
Figure 112 : Résidences principales bâties entre 1976 et 1990 par rapport aux constructions de résidences principales depuis 1949 (en %) (I.N.S.E.E.)	218 -
Figure 113 : Résidences principales bâties entre 1990 et 1999 par rapport aux constructions de résidences principales depuis 1949 (en %) (I.N.S.E.E.)	219 -
Figure 114 : Résidences secondaires et logements occasionnels par rapport aux logements sociaux (en %) (I.N.S.E.E.)	220 -
Figure 115 : La disponibilité de l'eau en m ³ par habitant et par commune en 2006 (INSTITUT NATIONAL DE LA STATISTIQUE ET DES ETUDES ECONOMIQUES, METEO-FRANCE). -	223 -
Figure 116 : La population des communes en 2020 - Projection en nombre d'habitants (INSTITUT NATIONAL DE LA STATISTIQUE ET DES ETUDES ECONOMIQUES)	224 -
Figure 117 : La disponibilité de l'eau en m ³ par habitant et par commune en 2020 (INSTITUT NATIONAL DE LA STATISTIQUE ET DES ETUDES ECONOMIQUES, METEO-FRANCE). -	226 -
Figure 118 : Part représentée par les agriculteurs dans la population salariée par commune sur le territoire d'étude (I.N.S.E.E.).....	232 -
Figure 119 : Evolution du nombre d'exploitations entre 1988 et 2000 (en %) (Recensement Agreste 2000, Ministère de l'Agriculture et de la Pêche)	233 -
Figure 120 : Part des terres labourables sur la superficie de la commune (en %) (Recensement Agreste 2000, Ministère de l'Agriculture et de la Pêche)	234 -
Figure 121 : Occupation du sol de la Surface Agricole Utilisée par commune (en %) (Recensement Agreste 2000, Ministère de l'Agriculture et de la Pêche).....	235 -
Figure 122 : Part des superficies toujours en herbe par commune (en %) (Recensement Agreste 2000, Ministère de l'Agriculture et de la Pêche).....	236 -
Figure 123 : Part représentée par les industriels dans la population salariée par commune sur le territoire d'étude (I.N.S.E.E.).....	237 -
Figure 124 : Rapport entre le prix de l'eau au m ³ en 2004 et la population des communes en 1999 (I.N.S.E.E.).....	242 -
Figure 125 : Rapport entre le Volume consommé en m ³ entre 2000 et 2004 et le nombre d'habitants en 1999 (I.N.S.E.E.).....	246 -
Figure 126 : Analyse en Composantes Principales réalisée à partir du Rapport entre la consommation d'eau potable par habitant et les Catégories Socio-Professionnelles des habitants de 49 communes en 1999 (I.N.S.E.E.).....	248 -

Table des illustrations

Figure 127 : Rapport entre le volume consommé en m ³ par an et par habitant et le pourcentage de maisons individuelles ou de fermes sur le parc de logements de la commune (I.N.S.E.E.).....	249 -
Figure 128 : Rapport entre le Prix de l'eau au m ³ TTC en 2004 et la Consommation en m ³ / habitant entre 2000 et 2004 (DONNEES COMMUNALES)	250 -
Figure 129 : Débits annuels du Dorlay en m ³ / s à La Terrasse-sur-Dorlay entre 1969 et 1995 (Banque HYDRO)	266 -
Figure 130 : Débits annuels en m ³ / s du Lignon à Yssingeaux Versilhac - La Valette (Banque HYDRO)	267 -
Figure 131 : Capacité des stations d'épuration en équivalents-habitants en 2007 (AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE, AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANEE ET CORSE)	273 -
Figure 132 : Plan de financement Hors Taxe de la Station d'épuration du Porchon (LA TRIBUNE - LE PROGRES).....	277 -
Figure 133 : Pourcentage de confiance des Français dans une institution pour la préservation des ressources (TNS-SOFRES, 2006).....	289 -
Figure 134 : L'organisation de la coordination interministérielle dans le domaine de l'eau en période de sécheresse (d'après A.PFLIMLIN).....	301 -
Figure 135 : Rapport entre précipitations pendant les années hydrologiques de sécheresses et débits spécifiques des années hydrologiques de sécheresses sur les bassins versants des cours d'eau Déôme, Dunières, Gier, Semène et Valencize (Banque HYDRO, METEO-FRANCE)	303 -
Figure 136 : Rapport entre les précipitations d'Octobre 1988 à Septembre 1991 et les précipitations de la période de référence 1971-2000 (METEO-FRANCE)	305 -
Figure 137 : Rapport entre les précipitations d'Octobre 1988 à Septembre 1989 et les précipitations de la période de référence 1971-2000 (METEO-FRANCE)	306 -
Figure 138 : Rapport entre les précipitations d'Octobre 1989 à Septembre 1990 et les précipitations de la période de référence 1971-2000 (METEO-FRANCE)	307 -
Figure 139 : Rapport entre les précipitations d'Octobre 1990 à Septembre 1991 et les précipitations de la période de référence 1971-2000 (METEO-FRANCE)	308 -
Figure 140 : Rapport entre les températures moyennes d'Octobre 1988 à Septembre 1991 et les températures moyennes de la période de référence 1971-2000 (METEO-FRANCE).....	311 -
Figure 141 : Rapport entre les températures moyennes d'Octobre 1988 à Septembre 1989 et les températures moyennes de la période de référence 1971-2000 (METEO-FRANCE).....	312 -
Figure 142 : Rapport entre les températures moyennes d'Octobre 1989 à Septembre 1990 et les températures moyennes de la période de référence 1971-2000 (METEO-FRANCE).....	313 -
Figure 143 : Rapport entre les températures moyennes d'Octobre 1990 à Septembre 1991 et les températures moyennes de la période de référence 1971-2000 (METEO-FRANCE).....	314 -
Figure 144 : Diagramme ombrothermique du Bassin versant de la Dunières à Sainte-Sigolène pendant les années hydrologiques 1988-1991 (METEO-FRANCE)	316 -
Figure 145 : Diagramme ombrothermique du Bassin versant du Gier à Rive-de-Gier pendant les années hydrologiques 1988-1991 (METEO-FRANCE)	316 -
Figure 146 : Diagramme ombrothermique du Bassin versant de la Semène à Saint-Didier-en-Velay pendant les années hydrologiques 1988-1991 (METEO-FRANCE).....	317 -
Figure 147 : Diagramme ombrothermique du Bassin versant de la Valencize à Chavanay pendant les années hydrologiques 1988-1991 (METEO-FRANCE)	317 -
Figure 148 : Débits mensuels du Dorlay à La Terrasse-sur-Dorlay, de l'Ecotay à Marlhes, du Furan au Bessat et du Ruisseau des Préaux à Bourg-Argental entre Octobre 1988 et Septembre 1991 (BANQUE HYDRO).....	319 -
Figure 149 : Débits mensuels du Gier à Saint-Chamond, du Lignon au Chambon-sur-Lignon, de la Semène à Jonzieux, de la Semène à Saint-Didier-en-Velay et de la Valencize à Chavanay entre Octobre 1988 et Septembre 1991 (Banque HYDRO).....	320 -
Figure 150 : Débits mensuels de la Dunières à Sainte-Sigolène, du Furan à Andrézieux-Bouthéon, du Gier à Rive-de-Gier et du Lignon à Yssingeaux entre Octobre 1988 et Septembre 1991 (Banque HYDRO)	322 -
Figure 151 : Rapport à la normale des précipitations, de l'écoulement et du coefficient d'écoulement sur le Bassin versant de la Dunières à Sainte-Sigolène pendant les années hydrologiques 1988-1991 (Banque HYDRO, METEO-FRANCE)	327 -
Figure 152 : Rapport à la normale des précipitations, de l'écoulement et du coefficient d'écoulement sur le Bassin versant du Gier à Rive-de-Gier pendant les années hydrologiques 1988 à 1991 (Banque HYDRO, METEO-FRANCE)	328 -

Table des illustrations

Figure 153 : Rapport à la normale des précipitations, de l'écoulement et du coefficient d'écoulement sur le Bassin versant de la Semène à Saint-Didier-en-Velay pendant les années hydrologiques 1988-1991 (Banque HYDRO, METEO-FRANCE)	328 -
Figure 154 : Rapport à la normale des précipitations, de l'écoulement et du coefficient d'écoulement sur le Bassin versant de la Valencize à Chavanay pendant les années hydrologiques 1988-1991 (Banque HYDRO, METEO-FRANCE)	329 -
Figure 155 : Incendies observés sur le territoire d'étude entre février 1989 et août 1991 (LA TRIBUNE - LE PROGRES)	331 -
Figure 156 : Les restrictions d'usages de l'eau au 1er août 1989 (LA TRIBUNE – LE PROGRES). -	333 -
Figure 157 : Les départements reconnus sinistrés par la sécheresse de 1991 (LA TRIBUNE – LE PROGRES).....	334 -
Figure 158 : Rapport entre les précipitations brutes entre le 1er février et le 31 août 2003 et les précipitations moyennes de 1946 à 2002 (METEO-FRANCE)	337 -
Figure 159 : Rapport entre les précipitations d'Octobre 2002 à Septembre 2003 et les précipitations de la période de référence 1971-2000 (METEO-FRANCE)	338 -
Figure 160 : Rapport entre les précipitations d'Octobre 2002 à Décembre 2002 et les précipitations de la période de référence 1971-2000 (METEO-FRANCE)	339 -
Figure 161 : Rapport entre les précipitations de Janvier 2003 à Mars 2003 et les précipitations de la période de référence 1971-2000 (METEO-FRANCE)	340 -
Figure 162 : Rapport entre les précipitations d'Avril 2003 à Juin 2003 et les précipitations de la période de référence 1971-2000 (METEO-FRANCE)	341 -
Figure 163 : Rapport entre les précipitations de Juillet 2003 à Septembre 2003 et les précipitations de la période de référence 1971-2000 (METEO-FRANCE)	342 -
Figure 164 : Les territoires concernés par la sécheresse météorologique entre janvier et mars 2003 (METEO-FRANCE)	347 -
Figure 165 : Les territoires concernés par la sécheresse météorologique entre avril et juin 2003 (METEO-FRANCE)	348 -
Figure 166 : Les territoires concernés par la sécheresse météorologique entre juillet et septembre 2003 (METEO-FRANCE)	349 -
Figure 167 : Rapport entre les températures moyennes d'Octobre 2002 à Septembre 2003 et les températures moyennes de la période de référence 1971-2000 (METEO-FRANCE).....	350 -
Figure 168 : Rapport entre les températures moyennes d'Octobre 2002 à Décembre 2002 et les températures moyennes de la période de référence 1971-2000 (METEO-FRANCE).....	351 -
Figure 169 : Rapport entre les températures moyennes de Janvier 2003 à Mars 2003 et les températures moyennes de la période de référence 1971-2000 (METEO-FRANCE).....	352 -
Figure 170 : Rapport entre les températures moyennes d'Avril 2003 à Juin 2003 et les températures moyennes de la période de référence 1971-2000 (METEO-FRANCE)	353 -
Figure 171 : Rapport entre les températures moyennes de Juillet 2003 à Septembre 2003 et les températures moyennes de la période de référence 1971-2000 (METEO-FRANCE).....	354 -
Figure 172 : Diagramme ombrothermique du Bassin versant de la Déôme à Saint-Julien-Molin-Molette pendant l'année hydrologique 2002-2003 (METEO-FRANCE)	356 -
Figure 173 : Diagramme ombrothermique du Bassin versant de la Dunières à Sainte-Sigolène pendant l'année hydrologique 2002-2003 (METEO-FRANCE)	356 -
Figure 174 : Diagramme ombrothermique du Bassin versant du Gier à Rive-de-Gier pendant l'année hydrologique 2002-2003 (METEO-FRANCE)	357 -
Figure 175 : Diagramme ombrothermique du Bassin versant de la Semène à Saint-Didier-en-Velay pendant l'année hydrologique 2002-2003 (METEO-FRANCE)	357 -
Figure 176 : Diagramme ombrothermique du Bassin versant de la Valencize à Chavanay pendant l'année hydrologique 2002-2003 (METEO-FRANCE)	358 -
Figure 177 : Les territoires concernés par la sécheresse hydrologique entre avril et juin 2003 (METEO-FRANCE)	359 -
Figure 178 : Les territoires concernés par la sécheresse hydrologique entre juillet et septembre 2003 (METEO-FRANCE)	360 -
Figure 179 : Débits de l'Auze à Araules, de l'Ecotay à Marlhes, de la Semène à Jonzieux et de la Valencize à Chavanay entre Octobre 2002 et Septembre 2003 (Banque HYDRO)	361 -
Figure 180 : Débits de la Déôme à Saint-Julien-Molin-Molette, du Furan à Andrézieux-Bouthéon, du Lignon au Chambon-sur-Lignon et de la Semène à Saint-Didier-en-Velay entre Octobre 2002 et Septembre 2003 (Banque HYDRO).....	361 -

Figure 181 : Débits de la Dunières à Sainte-Sigolène, du Gier à Rive-de-Gier et du Lignon à Yssingeaux entre Octobre 2002 et Septembre 2003 (Banque HYDRO).....	362 -
Figure 182 : Rapport à la normale des précipitations, de l'écoulement et du coefficient d'écoulement sur le Bassin versant de la Déôme à Saint-Julien-Molin-Molette pendant l'année hydrologique 2002-2003 (Banque HYDRO, METEO-FRANCE)	366 -
Figure 183 : Rapport à la normale des précipitations, de l'écoulement et du coefficient d'écoulement sur le Bassin versant de la Dunières à Sainte-Sigolène pendant l'année hydrologique 2002-2003 (Banque HYDRO, METEO-FRANCE)	367 -
Figure 184 : Rapport à la normale des précipitations, de l'écoulement et du coefficient d'écoulement sur le Bassin versant du Gier à Rive-de-Gier pendant l'année hydrologique 2002-2003 (Banque HYDRO, METEO-FRANCE).....	367 -
Figure 185 : Rapport à la normale des précipitations, de l'écoulement et du coefficient d'écoulement sur le Bassin versant de la Semène à Saint-Didier-en-Velay pendant l'année hydrologique 2002-2003 (Banque HYDRO, METEO-FRANCE)	368 -
Figure 186 : Rapport à la normale des précipitations, de l'écoulement et du coefficient d'écoulement sur le Bassin versant de la Valencize à Chavanay pendant l'année hydrologique 2002-2003 (Banque HYDRO, METEO-FRANCE)	368 -
Figure 187 : Situation estimée de la Réserve Utile du sol au 1 ^{er} avril 2003 (RESEAU NATIONAL DE DONNEES SUR L'EAU)	369 -
Figure 188 : Les territoires concernés par la sécheresse pédologique entre avril et juin 2003 (METEO-FRANCE)	370 -
Figure 189 : Les territoires concernés par la sécheresse pédologique entre juillet et septembre 2003 (METEO-FRANCE)	371 -
Figure 190 : Rapport entre les précipitations d'octobre 2002 à septembre 2003 et les besoins en eau de la végétation en mm dans le Parc Naturel Régional du Pilat - Département de la Loire (CONSERVATOIRE BOTANIQUE DU MASSIF CENTRAL, METEO-FRANCE).....	373 -
Figure 191 : Situation estimée de la ressource en eau au 1 ^{er} septembre 2003 (RESEAU NATIONAL DE DONNEES SUR L'EAU)	375 -
Figure 192 : Rapport entre les précipitations d'octobre 2002 à septembre 2003 et les besoins en eau de la végétation en mm dans le Bassin versant de l'Ecotay au C.P.I.E. de Marlhes (CONSERVATOIRE BOTANIQUE DU MASSIF CENTRAL, METEO-FRANCE).....	379 -
Figure 193 : Rapport entre les précipitations d'octobre 2002 à septembre 2003 et les besoins en eau de la végétation en mm sur le Bassin versant du Furan au Bessat (CONSERVATOIRE BOTANIQUE DU MASSIF CENTRAL, METEO-FRANCE)	380 -
Figure 194 : Rapport entre les précipitations d'octobre 2002 à septembre 2003 et les besoins en eau de la végétation en mm dans le Bassin versant du Ruisseau des Préaux à Bourg-Argental (CONSERVATOIRE BOTANIQUE DU MASSIF CENTRAL, METEO-FRANCE).....	382 -
Figure 195 : Rapport entre les précipitations d'octobre 2002 à septembre 2003 et les besoins en eau de la végétation en mm dans le Bassin versant de la Valencize à Chavanay (CONSERVATOIRE BOTANIQUE DU MASSIF CENTRAL, METEO-FRANCE)	386 -
Figure 196 : Départements français où les arrêtés préfectoraux visant la restriction de la ressource en eau sont en vigueur et planifiés au 16 juillet 2003 (LA TRIBUNE - LE PROGRES).....	389 -
Figure 197 : Déficit pluviométrique cumulé sur les différentes périodes de sécheresse par rapport à la normale 1971-2000 (METEO-FRANCE).....	397 -
Figure 198 : Les territoires concernés par une sécheresse météorologique entre juillet et septembre - Période 1971-2000 (METEO-FRANCE).....	402 -
Figure 199 : Les territoires concernés par une sécheresse hydrologique entre juillet et septembre - Période 1971-2000 (METEO-FRANCE).....	403 -
Figure 200 : Précipitations décennales sur le territoire d'étude (METEO-FRANCE).....	405 -
Figure 201 : Les territoires concernés par une sécheresse météorologique en cas de précipitations annuelles décennales (METEO-FRANCE).....	406 -
Figure 202 : Bilan comparatif entre les précipitations décennales et les besoins annuels de la végétation dans le Parc Naturel Régional du Pilat – Département de la Loire (CONSERVATOIRE BOTANIQUE DU MASSIF CENTRAL, METEO-FRANCE)	407 -
Figure 203 : Bilan comparatif entre les précipitations décennales et les besoins annuels de la végétation dans le Bassin versant de l'Ecotay au C.P.I.E. de Marlhes (METEO-FRANCE)	408 -
Figure 204 : Bilan comparatif entre les précipitations décennales et les besoins annuels de la végétation dans le Bassin versant du Furan à l'amont du Barrage du Pas de Riot (METEO-FRANCE).....	409 -
Figure 205 : Bilan comparatif entre les précipitations décennales et les besoins annuels de la végétation dans le Bassin versant du Ruisseau des Préaux à Bourg-Argental (METEO-FRANCE).....	410 -

Figure 206 : Bilan comparatif entre les précipitations décennales et les besoins annuels de la végétation dans le Bassin versant de la Valencize à Chavanay (METEO-FRANCE)	411 -
Figure 207 : La disponibilité de l'eau par habitant et par commune en m ³ en 2006 dans le cas de précipitations décennales (INSTITUT NATIONAL DE LA STATISTIQUE ET DES ETUDES ECONOMIQUES, METEO-FRANCE).....	412 -
Figure 208 : La disponibilité de l'eau par habitant et par commune en m ³ en 2020 dans le cas de précipitations décennales (INSTITUT NATIONAL DE LA STATISTIQUE ET DES ETUDES ECONOMIQUES, METEO-FRANCE).....	413 -
Figure 209 : Précipitations centennales sur le territoire d'étude (METEO-FRANCE)	414 -
Figure 210 : Les territoires concernés par une sécheresse météorologique en cas de précipitations annuelles centennales (METEO-FRANCE)	415 -
Figure 211 : Les territoires concernés par une sécheresse hydrologique en cas de précipitations annuelles centennales (METEO-FRANCE)	416 -
Figure 212 : Bilan comparatif entre les précipitations centennales et les besoins annuels de la végétation dans le Parc Naturel Régional du Pilat – Département de la Loire (METEO-FRANCE)	417 -
Figure 213 : Bilan comparatif entre les précipitations centennales et les besoins annuels de la végétation dans le Bassin versant de l'Ecotay au C.P.I.E. de Marlhes (METEO-FRANCE) ..	418 -
Figure 214 : Bilan comparatif entre les précipitations centennales et les besoins annuels de la végétation dans le Bassin versant du Furan au Bessat (METEO-FRANCE)	418 -
Figure 215 : Bilan comparatif entre les précipitations centennales et les besoins annuels de la végétation dans le Bassin versant du Ruisseau des Préaux à Bourg-Argental (METEO-FRANCE)	419 -
Figure 216 : Bilan comparatif entre les précipitations centennales et les besoins annuels de la végétation dans le Bassin versant de la Valencize à Chavanay (METEO-FRANCE).....	420 -
Figure 217 : La disponibilité de l'eau par habitant et par commune en m ³ en 2006 dans le cas de précipitations centennales (INSTITUT NATIONAL DE LA STATISTIQUE ET DES ETUDES ECONOMIQUES, METEO-FRANCE).....	421 -
Figure 218 : La disponibilité de l'eau par habitant et par commune en m ³ en 2020 dans le cas de précipitations centennales (INSTITUT NATIONAL DE LA STATISTIQUE ET DES ETUDES ECONOMIQUES, METEO-FRANCE).....	422 -
Figure 219 : Stations de mesure de la qualité des cours d'eau en 2000 (AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE ET AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANEE ET CORSE)	428 -
Figure 220 : Matières organiques et oxydables en 2000 (AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE, AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANEE ET CORSE).....	429 -
Figure 221 : Matières azotées en 2000 (AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE ET AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANEE ET CORSE)	430 -
Figure 222 : Nitrates en 2000 (AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE ET AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANEE ET CORSE)	431 -
Figure 223 : Matières phosphorées en 2000 (AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE ET AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANEE ET CORSE)	432 -
Figure 224 : Stations de mesure de la qualité des cours d'eau en 2005 (AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE ET AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANEE ET CORSE)	433 -
Figure 225 : Matières organiques et oxydables en 2005 (AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE ET AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANEE ET CORSE)	434 -
Figure 226 : Matières azotées en 2005 (AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE ET AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANEE ET CORSE)	435 -
Figure 227 : Nitrates en 2005 (AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE ET AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANEE ET CORSE)	436 -
Figure 228 : Matières phosphorées en 2005 (AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE ET AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANEE ET CORSE)	437 -
Figure 229 : Analyse Factorielle des Correspondances - Qualité des cours d'eau en 2000 (AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE, AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANEE ET CORSE) ..	438 -
Figure 230 : Analyse Factorielle des Correspondances – Qualité des cours d'eau en 2005 (AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE, AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANEE ET CORSE)	438 -
Figure 231 : Rapport entre les matières organiques et oxydables et les territoires artificialisés en 2000 (I.F.EN. CORINE LAND COVER 2000, AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE, AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANEE ET CORSE)	439 -

Table des illustrations

Figure 232 : Rapport entre les matières organiques et oxydables et territoires agricoles en 2000 (I.F.EN. CORINE LAND COVER 2000, AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE, AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANEE ET CORSE)	440 -
Figure 233 : Rapport entre les matières organiques et oxydables et les forêts et milieux semi-naturels en 2000 (I.F.EN. CORINE LAND COVER 2000, AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE, AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANEE ET CORSE)	440 -
Figure 234 : Rapport entre les matières azotées et les territoires artificialisés en 2000 (I.F.EN. CORINE LAND COVER 2000, AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE, AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANEE ET CORSE)	441 -
Figure 235 : Rapport entre les matières azotées et les territoires agricoles en 2000 (I.F.EN. CORINE LAND COVER 2000, AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE, AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANEE ET CORSE)	441 -
Figure 236 : Rapport entre les matières azotées et les forêts et milieux semi-naturels en 2000 (I.F.EN. CORINE LAND COVER 2000, AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE, AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANEE ET CORSE)	442 -
Figure 237 : Rapport entre les nitrates et les territoires artificialisés en 2000 (I.F.EN. CORINE LAND COVER 2000, AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE, AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANEE ET CORSE)	442 -
Figure 238 : Rapport entre les nitrates et les territoires agricoles en 2000 (I.F.EN. CORINE LAND COVER 2000, AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE, AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANEE ET CORSE)	443 -
Figure 239 : Rapport entre les nitrates et les forêts et milieux semi-naturels en 2000 (I.F.EN. CORINE LAND COVER 2000, AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE, AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANEE ET CORSE)	443 -
Figure 240 : Rapport entre les matières phosphorées et les territoires artificialisés en 2000 (I.F.EN. CORINE LAND COVER 2000, AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE, AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANEE ET CORSE)	444 -
Figure 241 : Rapport entre les matières phosphorées et les territoires agricoles en 2000 (I.F.EN. CORINE LAND COVER 2000, AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE, AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANEE ET CORSE)	444 -
Figure 242 : Rapport entre les matières phosphorées et les forêts et milieux semi-naturels en 2000 (I.F.EN. CORINE LAND COVER 2000, AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE, AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANEE ET CORSE)	445 -
Figure 243 : Les épisodes de pollution sur le Bassin versant de la Dunières entre 1975 et 2009 (LA GAZETTE SAINT-ETIENNE METROPOLE, LA GAZETTE HAUTE-LOIRE, LA TRIBUNE - LE PROGRES)	455 -
Figure 244 : Les épisodes de pollution sur le Bassin versant du Furan entre 1975 et 2009 (LA GAZETTE SAINT-ETIENNE METROPOLE, LA TRIBUNE - LE PROGRES)	456 -
Figure 245 : Les épisodes de pollution sur le Bassin versant du Gier entre 1976 et 2009 (LA GAZETTE SAINT-ETIENNE METROPOLE, LA TRIBUNE - LE PROGRES)	460 -
Figure 246 : Les épisodes de pollution sur le Bassin versant de l'Ondaine entre 1976 et 2009 (LA GAZETTE SAINT-ETIENNE METROPOLE, LA GAZETTE HAUTE-LOIRE, LA TRIBUNE - LE PROGRES)	464 -
Figure 247 : Les épisodes de pollution sur le Bassin versant de la Semène entre 1976 et 2009 (LA GAZETTE SAINT-ETIENNE METROPOLE, LA GAZETTE HAUTE-LOIRE, LA TRIBUNE - LE PROGRES)	470 -

- Table des photos -

Photo 1 : Marlhette et les sucs yssingelais, Bassin versant de l'Ecotay (Y. BENMALEK)	26 -
Photo 2 : Le hameau des Palais et Les Rochettes, point culminant du Bassin versant du Furan (Y. BENMALEK, 18.06.2009)	29 -
Photo 3 : Vallée de l'Argental et Bourg-Argental (Y. BENMALEK)	31 -
Photo 4 : Pélussin et la Vallée de la Scie (Y. BENMALEK)	33 -
Photo 5 : La Dunières à Duby, vue vers l'aval (Y. BENMALEK, 30.04.2005)	86 -
Photo 6 : Seuil sur la Semène à Pont-Salomon (Y. BENMALEK, 24.04.2005)	88 -
Photo 7 : L'Ecotay vers Choriât (Y. BENMALEK)	97 -
Photo 8 : Sol brun ocreux, Point n°14 (Y. BENMALEK, 08.04.2009)	99 -
Photo 9 : Sol brun ocreux, Point n°1 (Y. BENMALEK, 31.07.2009)	105 -
Photo 10 : Sol brun ocreux, Point n°12 (Y. BENMALEK, 31.07.2009)	111 -

Table des illustrations

Photo 11 : Coupes sur La Chaux de Toureyre à Doizieux (Y. BENMALEK, 24.04.2005).....	- 140 -
Photo 12 : Panneau d'interdiction de la pratique de la baignade sur la retenue artificielle de Lavalette (Y. BENMALEK, 13.02.2005).....	- 154 -
Photo 13 : Terrains de volley sur le plan d'eau du Chambon-sur-Lignon (Y. BENMALEK, 03.06.2005)-	158 -
Photo 14 : Pêcheur sur la Semène dans le Parc de la Croix de Garry à Saint-Genest-Malifaux (Y. BENMALEK, 2004).....	- 159 -
Photo 15 : Le Canal du Forez à Saint-Marcellin-en-Forez (Y. BENMALEK, 29.04.2004).....	- 176 -
Photo 16 : Le Ruisseau du Mousse à Chenereilles (07.08.2005, Y. BENMALEK)	- 185 -
Photo 17 : Le Barrage de la Chapelette (Y. BENMALEK)	- 196 -
Photo 18 : La Semène dans l'ancienne retenue des Plats à Saint-Genest-Malifaux (Y. BENMALEK, 16.07.2006)	- 203 -
Photo 19 : Ferme abandonnée au Clos Rond, à Saint-Martin-la-Plaine (Y. BENMALEK, 12.03.2005) ..	- 229 -
Photo 20 : Le Gier à l'amont de la zone commerciale de Givors (Y. BENMALEK, 06.05.2004)	- 262 -
Photo 21 : Le Barrage du Dorlay (Y. BENMALEK).....	- 265 -
Photo 22 : Le Furan, incinérateur actuel, chantier du nouveau clarificateur (Y. BENMALEK, 29.06.2007)	- 272 -
Photo 23 : La station d'épuration de Roche Moulin à Saint-Just-Malmont et la Vallée de la Gampille (Y. BENMALEK).....	- 282 -
Photo 24 : Station d'épuration à Grazac (Y. BENMALEK).....	- 285 -
Photo 25 : Station d'épuration à Araules (Y. BENMALEK).....	- 287 -
Photo 26 : L'Ondaine au Chambon-Feugerolles : gabions et revégétalisation des berges (Y. BENMALEK, 09.05.2009)	- 294 -
Photo 27 : La Déôme au Quartier de la Gare à Bourg-Argental (Y. BENMALEK)	- 453 -
Photo 28 : La Dunières à Riotord (Y. BENMALEK).....	- 454 -
Photo 29 : Le Furan à La Tour-en-Jarez en 2009 (Y. BENMALEK)	- 457 -
Photo 30 : Seuil sur le Gier à Rive-de-Gier (Y. BENMALEK, 06.01.2005).....	- 462 -
Photo 31 : L'Ondaine au Quartier du Bas-Mas à Firminy (Y. BENMALEK)	- 466 -
Photo 32 : Affluent canalisé de l'Ondaine au Chambon-Feugerolles (Y. BENMALEK, 09.05.2009) -	468
Photo 33 : La Semène au Pont de Malzaure à Jonzieux (Y. BENMALEK)	- 471 -
Photo 34 : Le Régrillon, affluent de la Valencize, à Pélussin (Y. BENMALEK, 16.04.2004)	- 473 -
Photo 35 : La Plage de Saint-Victor-sur-Loire et le plan d'eau de Grangent (Y. BENMALEK, 18.06.2006)	- 475 -
Photo 36 : La Semène à l'aval du Barrage des Plats (Y. BENMALEK, 16.07.2006)	- 488 -

- Table des tableaux -

Tableau 1 : Stations météorologiques et périodes de mesures des normales, des précipitations moyennes mensuelles et des températures moyennes mensuelles (METEO-FRANCE).....	- 22 -
Tableau 2 : Modules des cours d'eau du territoire d'étude (Banque HYDRO)	- 36 -
Tableau 3 : Précipitations moyennes annuelles en mm sur le sud des Monts du Lyonnais et le P.N.R. du Pilat de 1973 à 2002 - Equations des droites de régression et coefficients de détermination par station.....	- 57 -
Tableau 4 : Evolution du manteau neigeux dans le sud des Monts du Lyonnais entre octobre 1979 et mars 2009 (LA GAZETTE SAINT-ETIENNE METROPOLE, LA TRIBUNE - LE PROGRES) .-	59 -
Tableau 5 : Bilans hydriques et hydrologiques du Bassin versant de la Déôme à Saint-Julien-Molin-Molette (1971-2000) avec l'E.T.P. calculée selon la formule de Thornthwaite (METEO-FRANCE)	- 95 -
Tableau 6 : Bilans hydrique et hydrologique du Bassin versant de la Dunières à Sainte-Sigolène (1971-2000) avec l'E.T.P. calculée selon la formule de Thornthwaite (BANQUE HYDRO, METEO-FRANCE)	- 96 -
Tableau 7 : Bilans hydrique et hydrologique du Bassin versant de l'Ecotay à Marllhes (1971-2000) avec l'E.T.P. calculée selon la formule de Thornthwaite (BANQUE HYDRO, METEO-FRANCE) -	98 -
Tableau 8 : Localisation des relevés à la tarière et profondeur du sol.....	- 100 -
Tableau 9 : Types de sols, Profondeur des relevés, Réserve Utile Maximale sur le Bassin versant de l'Ecotay (J. BEAUCHAMP, S. CECCHINI, T. CURT, S. DOLE, J.-P. LEGROS, G. MARMEYS, CENTRES REGIONAUX DE LA PROPRIETE FORESTIERE).....	- 101 -

Table des illustrations

Tableau 10 : Localisation des relevés à la tarière et profondeur du sol.....	- 106 -
Tableau 11 : Types de sols, Profondeur des relevés, Réserve Utile Maximale sur le Bassin versant du Furan (J. BEAUCHAMP, S. CECCHINI, T. CURT, S. DOLE, J.-P. LEGROS, G. MARMEYS, CENTRES REGIONAUX DE LA PROPRIETE FORESTIERE).....	- 106 -
Tableau 12 : Bilans hydrique et hydrologique du Bassin versant du Gier à Rive-de-Gier (1971-2000) avec l'E.T.P. calculée selon la formule de Thornthwaite (BANQUE HYDRO, METEO-FRANCE)	- 110 -
Tableau 13 : Localisation des relevés à la tarière et profondeur du sol.....	- 112 -
Tableau 14 : Types de sols, Profondeur des relevés, Réserve Utile Maximale sur le Bassin versant du Ruisseau des Préaux (J. BEAUCHAMP, S. CECCHINI, T. CURT, S. DOLE, J.-P. LEGROS, G. MARMEYS, CENTRES REGIONAUX DE LA PROPRIETE FORESTIERE).....	- 112 -
Tableau 15 : Bilans hydrique et hydrologique du Bassin versant de la Semène à Saint-Didier-en-Velay (1971-2000) avec l'E.T.P. calculée selon la formule de Thornthwaite (BANQUE HYDRO, METEO-FRANCE)	- 117 -
Tableau 16 : Bilans hydrique et hydrologique du Bassin versant de la Valencize à Chavanay (1971-2000) avec l'E.T.P. calculée selon la formule de Thornthwaite (BANQUE HYDRO, METEO-FRANCE)	- 118 -
Tableau 17 : Localisation des relevés à la tarière et profondeur du sol.....	- 120 -
Tableau 18 : Types de sols, Profondeur des relevés, Réserve Utile Maximale sur le Bassin versant de la Valencize (J. BEAUCHAMP, S. CECCHINI, T. CURT, S. DOLE, J.-P. LEGROS, G. MARMEYS, CENTRES REGIONAUX DE LA PROPRIETE FORESTIERE).....	- 120 -
Tableau 19 : Tableau récapitulatif des caractéristiques des bassins versants, des informations principales données par le Diagramme ombrothermique et le Bilan Hydrique par bassin versant -	128 -
Tableau 20 : Débits annuels des cours d'eau de la zone d'étude - Equations des droites de régression et des coefficients de détermination.....	- 129 -
Tableau 21 : Les précipitations moyennes annuelles, la lame d'eau écoulée et le coefficient d'écoulement sur les bassins versants du territoire d'étude (Banque HYDRO, METEO-FRANCE)	- 133 -
Tableau 22 : Les des activités de navigation sur la retenue de Grangent par site de pratique (ASCONIT CONSULTANTS).....	- 159 -
Tableau 23 : Nombre de pêcheurs dans les Départements de la Loire et de la Haute-Loire en fonction des années (LA GAZETTE HAUTE-LOIRE, LA GAZETTE SAINT-ETIENNE METROPOLE, LA TRIBUNE – LE PROGRES).....	- 160 -
Tableau 24 : A.A.P.P.M.A. sur le territoire du P.N.R. du Pilat, du S.I.P.G. et du S.I.C.A.L.A. « Antenne de Tence » (LA GAZETTE HAUTE-LOIRE, LA GAZETTE SAINT-ETIENNE METROPOLE, LA TRIBUNE – LE PROGRES)	- 162 -
Tableau 25 : Cours d'eau et plans d'eau du territoire d'étude classés en 1 ^{ère} et en 2 ^{ème} catégorie....	- 163 -
Tableau 26 : Qualité des peuplements sur les cours d'eau du territoire d'étude (ASCONIT CONSULTANTS)	- 163 -
Tableau 27 : Les cotes du Barrage de Grangent et leur signification	- 175 -
Tableau 28 : Volume d'eau (en m ³) et nombre d'heures d'alimentation du Canal du Forez par la retenue de Grangent (ASCONIT CONSULTANTS).....	- 177 -
Tableau 29 : Evolution de la population stéphanoise entre 1607 et 1907 (LA TRIBUNE – LE PROGRES).....	- 194 -
Tableau 30 : Gestion de l'eau du réseau de Firminy en 1999 (LA TRIBUNE - LE PROGRES, 25.02.1999)	- 205 -
Tableau 31 : Le prix de l'eau par commune et ses différentes composantes (année 2004).....	- 241 -
Tableau 32 : Evolution de la consommation en eau potable par commune ou regroupements de communes et moyenne de la consommation en eau potable par habitant (I.N.S.E.E.)	- 245 -
Tableau 33 : Rapport entre la consommation d'eau potable par habitant et les Catégories Socio-Professionnelles des habitants de 49 communes en 1999 (I.N.S.E.E.)	- 247 -
Tableau 34 : Tableau récapitulatif des analyses de qualité de l'eau en 2003 (D.D.A.S.S. 42 et D.D.A.S.S. 43).....	- 253 -
Tableau 35 : Tableau récapitulatif des analyses de qualité de l'eau entre 2004 et 2006 (D.D.A.S.S. 42 et D.D.A.S.S. 43)	- 255 -
Tableau 36 : Synthèse des données de qualité de l'eau distribuée par commune (166 documents des D.D.A.S.S. 42 en 2006, D.D.A.S.S. 43 entre 2002 et 2006)	- 257 -

Table des illustrations

Tableau 37 : Dureté de l'eau sur le territoire d'étude - Synthèse des données de qualité de l'eau distribuée par commune (166 documents des D.D.A.S.S. 42 en 2006, D.D.A.S.S. 43 entre 2002 et 2006)	257 -
Tableau 38 : Concentration de nitrates dans l'eau distribuée entre 1996 et 1998 (D.D.A.S.S. 42)...	259 -
Tableau 39 : Actions réalisées à la station d'épuration du Porchon en fonction du débit du Furan avant réhabilitation (LA TRIBUNE - LE PROGRES)	274 -
Tableau 40 : Capacité de traitement des stations d'épuration de la Vallée du Gier	278 -
Tableau 41 : Pourcentage de réponses au questionnaire « L'eau à votre avis » donnant un "mauvais goût" de l'eau du robinet en fonction des communes du S.I.C.A.L.A. « Antenne de Tence ».-	290 -
Tableau 42 : Les opérations de nettoyage des cours d'eau entre 1976 et 2009 (LA GAZETTE SAINT-ETIENNE METROPOLE, LA GAZETTE HAUTE-LOIRE, LA TRIBUNE - LE PROGRES)	292 -
Tableau 43 : Débits de référence pour les situations de vigilance, de pénurie, de crise définies par l'arrêté préfectoral du 21 février 2006 dans le Département de la Loire	303 -
Tableau 44 : Coefficients de débits des cours d'eau du territoire d'étude pendant les années hydrologiques 1988-1991 (Banque HYDRO).....	324 -
Tableau 45 : Rapports aux QMNA des débits mensuels des cours d'eau du territoire d'étude pendant les années hydrologiques 1988-1991 (Banque HYDRO).....	326 -
Tableau 46 : Précipitations à Lyon-Bron et à Saint-Etienne-Bouthéon par décade entre le 01.03.2003 et le 31.08.2003 (METEO-FRANCE)	344 -
Tableau 47 : Cumul des précipitations en mm entre le 1er janvier et le 20 août 2003 à Saint-Etienne Bouthéon, Lyon-Bron et Le Puy-Loudes (METEO-FRANCE)	346 -
Tableau 48 : Débits moyens minimaux sur 3 jours consécutifs (VCN3) mesurés sur 5 stations du département de la Loire pendant la sécheresse de 2003 (Banque HYDRO).....	363 -
Tableau 49 : Valeurs de débit en juillet et en août sur quelques points de mesure (DIREN Auvergne, Banque HYDRO)	364 -
Tableau 50 : Coefficients de débits des cours d'eau du territoire d'étude pendant l'année hydrologique 2002-2003 (Banque HYDRO).....	365 -
Tableau 51 : Rapports aux QMNA des débits mensuels des cours d'eau du territoire d'étude pendant l'année hydrologique 2002-2003 (Banque HYDRO)	365 -
Tableau 52 : Bilans hydrique et hydrologique du Bassin versant de la Déôme à Saint-Julien-Molin-Molette (2002-2003) avec l'E.T.P. calculée selon la formule de Thornthwaite (BANQUE HYDRO, METEO-FRANCE)	376 -
Tableau 53 : Bilans hydrique et hydrologique du Bassin versant de la Dunières à Sainte-Sigolène (2002-2003) avec l'E.T.P. calculée selon la formule de Thornthwaite (BANQUE HYDRO, METEO-FRANCE)	378 -
Tableau 54 : Bilans hydrique et hydrologique du Bassin versant du Gier à Rive-de-Gier (2002-2003) avec l'E.T.P. calculée selon la formule de Thornthwaite (BANQUE HYDRO, METEO-FRANCE)	381 -
Tableau 55 : Bilans hydrique et hydrologique du Bassin versant de la Semène à Saint-Didier-en-Velay (2002-2003) avec l'E.T.P. calculée selon la formule de Thornthwaite (BANQUE HYDRO, METEO-FRANCE)	383 -
Tableau 56 : Bilans hydrique et hydrologique du Bassin versant de la Valencize à Chavanay (2002-2003) avec l'E.T.P. calculée selon la formule de Thornthwaite (BANQUE HYDRO, METEO-FRANCE)	385 -
Tableau 57 : Tableau récapitulatif des informations principales données par le Diagramme ombrothermique et le Bilan Hydrique par bassin versant sur l'année hydrologique 2002-2003	388 -
Tableau 58 : Restrictions planifiées et effectives sur les prélèvements en eau entre juin et octobre 2003 par département (LA TRIBUNE - LE PROGRES).....	388 -
Tableau 59: Récapitulatif des mesures prises en période de sécheresse dans les Départements de la Loire et de la Haute-Loire depuis 1976	400 -
Tableau 60 : Coefficients de détermination et rapports entre les indices de qualité de l'eau et le type d'occupation du sol en 2000 (I. F.EN. CORINE LAND COVER 2000, AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE, AGENCE DE L'EAU RHÔNE-MEDITERRANEE ET CORSE)	445 -
Tableau 61 : Synthèse des résultats de l'analyse de la qualité des cours d'eau dans le Département de la Loire en 2003 – matières organiques et oxydables (CONSEIL GENERAL DE LA LOIRE) .-	448 -
Tableau 62 : Synthèse des résultats de l'analyse de la qualité des cours d'eau dans le Département de la Loire en 2003 – nitrates (CONSEIL GENERAL DE LA LOIRE)	449 -

Table des illustrations

Tableau 63 : Synthèse des résultats de l'analyse de la qualité des cours d'eau dans le Département de la Loire en 2003 – matières phosphorées (CONSEIL GENERAL DE LA LOIRE).....	- 449 -
Tableau 64 : Synthèse des résultats de l'analyse de la qualité des cours d'eau dans le Département de la Loire en 2003 (CONSEIL GENERAL DE LA LOIRE)	- 450 -
Tableau 65 : Tableau des principaux problèmes ponctuels relevés sur les cours d'eau ligériens du Sud du Département de la Loire (P. GRES, F.D.P.P.M.A. 42).....	- 452 -
Tableau 66 : Les résurgences des eaux d'exhaures dans la Vallée de l'Ondaine à la fin de l'année 2002 (O.N.E.M.A. 42)	- 467 -
Tableau 67 : Les épisodes de pollution sur la retenue de Grangent entre 1975 et 2009 (LA GAZETTE SAINT-ETIENNE METROPOLE, LA GAZETTE HAUTE-LOIRE, LA TRIBUNE - LE PROGRES).....	- 476 -
Tableau 68 : Volume estimé des sédiments au fond de la retenue de Grangent	- 481 -
Tableau 69 : La visibilité dans l'eau sur la plage de Saint-Victor-sur-Loire pendant l'été 1986 (LA TRIBUNE – LE PROGRES)	- 485 -
Tableau 70 : Evolution de la qualité de la retenue de Grangent pendant l'été 1986 (LA TRIBUNE - LE PROGRES).....	- 485 -
Tableau 71 : La visibilité dans l'eau sur la plage de Saint-Victor-sur-Loire pendant l'été 1990 (LA TRIBUNE – LE PROGRES)	- 486 -
Tableau 72 : Les épisodes de pollution sur la Loire à Veauchette entre 1975 et 2009 (LA GAZETTE SAINT-ETIENNE METROPOLE, LA GAZETTE HAUTE-LOIRE, LA TRIBUNE - LE PROGRES).....	- 487 -
Tableau 73 : Qualité des plans d'eau de baignade du sud du Département de la Loire (LA TRIBUNE – LE PROGRES)	- 490 -
Tableau 74 : Qualité des plans d'eau de baignade de l'est du Département de la Haute-Loire (LA TRIBUNE - LE PROGRES)	- 490 -

Liste des sigles utilisés

A.A.P.P.M.A. : Association Agréée pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique
A.D.S.E.A. : Association Départementale pour la Sauvegarde de l'Enfant à l'Adulte
A.E.P. : Alimentation en Eau Potable
A.G.A.S.E.F. : Association de Gestion d'Action Sociale des Ensembles Familiaux
A.N.C. : Assainissement Non Collectif
A.S.E.P. : Association de Sauvegarde de l'Environnement du Pilat
B.R.G.M. : Bureau de Recherches Géologiques et Minières
C.E.R.A.M.A.C. : Centre d'Etudes et de Recherches Appliquées au Massif Central
C.D.H. : Conseil Départemental d'Hygiène
C.D.J.A. : Centre Départemental des Jeunes Agriculteurs
C.L.E. : Commission Locale de l'Eau
C.L.E.O. : Club des Entrepreneurs de l'Ondaine
C.L.I.C. : Commission Locale d'Information et de Concertation
C.N.E. : Conseil National de l'Eau
C.P.I.E. : Centre Permanent d'Initiation à l'Environnement
C.P.S.F.V. : Club de Pêche Sportive Forez-Velay
C.R.E. : Contrat de Restauration Entretien
C.R.ED.O.C. : Centre de Recherches pour l'Etude et l'Observation des Conditions de vie
C.R.P.F. : Centre Régional de la Propriété Forestière
C.S.P. : Conseil Supérieur de la Pêche
D.B.O. : Demande Biologique en Oxygène
D.C.E. : Directive Cadre sur l'Eau
D.C.O. : Demande Chimique en Oxygène
D.D.A.F. : Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt
D.D.A.S.S. : Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales
D.D.E. : Direction Départementale de l'Equipeement (Haute-Loire)
D.D.E.A. : Direction Départementale de l'Equipeement et de l'Agriculture (Loire)
D.I.P.E. : Délégation Interservices Pour l'Eau
D.I.R.EN. : Direction Régionale de l'ENVironnement
D.R.A.S.S. : Direction Régionale des Affaires Sanitaires et Sociales
D.R.I.R.E. : Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement
D.U.P. : Déclaration d'Utilité Publique
E.D.F. : Electricité de France
E.P.A.L.A. : Etablissement Public d'Aménagement de la Loire et de ses Affluents
F.D.P.P.M.A. : Fédération Départementale pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique
F.D.S.E.A. : Fédération Départemental des Syndicats d'Exploitants Agricoles
F.N.D.A.E. : Fonds National de Développement des Adductions d'Eau

Liste des sigles utilisés

F.R.A.P.NA. : Fédération Rhône-Alpes de Protection de la Nature
I.B.G.N. : Indice Biologique Global Normalisé
I.F.EN. : Institut Français de l'ENvironnement
I.G.N. : Institut Géographique National
I.N.R.A. : Institut National de la Recherche Agronomique
I.N.S.E.E. : Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques
I.U.T. : Institut Universitaire de Technologie
M.E.D.D. : Ministère de l'Environnement et du Développement Durable
M.E.S. : Matières En Suspension
M.I.S.E. : Mission InterServices pour l'Eau
N.T.U. : Nephelemetric Turbidity Units
O.M.M. : Organisation Météorologique Mondiale
O.N.E.M.A. : Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques, anciennement C.S.P.
O.N.F. : Office National des Forêts
P.C.B. : PolyChloroBiphényles
P.D.P.G. : Plan Départemental de Protection du milieu aquatique et de Gestion des ressources piscicoles
P.M.P.O.A. : Plan de Maîtrise des Pollutions d'Origine Agricole
P.N.R. : Parc Naturel Régional
R.M.C. : Rhône Méditerranée et Corse
R.N.D.E. : Réseau National des Données sur l'Eau
Rh : Réserve hydrologique
Ru : Réserve utile
S.A.G.E. : Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux
S.A.U. : Surface Agricole Utilisée
S.A.U.R. : Société d'Aménagement Urbain et Rural
S.CO.T. : Schéma de COhérence Territoriale
S.D.A.G.E. : Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux
S.D.E.I. : Société de Distribution d'Eaux Intercommunales
S.E.L.L. : Syndicat des Eaux Loire-Lignon
S.E.ME.C.L.A. : Société d'Economie Mixte pour la Communauté de la Loire et de ses Affluents
S.I.A.E.M.V.G. : Syndicat Intercommunal d'Alimentation en Eau de la Moyenne Vallée du Gier
S.I.A.E.P. : Syndicat Intercommunal d'Alimentation en Eau Potable
S.I.A.M.V.G. : Syndicat Intercommunal d'Assainissement de la Moyenne Vallée du Gier
S.I.A.N.C. : Syndicat Intercommunal d'Assainissement Non Collectif
S.I.C.A.L.A. : Syndicat Intercommunal pour l'Aménagement de la Loire et de ses Affluents
S.I.CO.S. : Syndicat Intercommunal de la COuronne Stéphanoise
S.I.D.E.F. : Syndicat Intercommunal de Dépollution des Eaux du Furan
S.I.D.E.FU. : Syndicat Intercommunal des Eaux du Furan
S.I.P.E.P. : Syndicat de Production d'Eau Potable
S.I.P.G. : Syndicat Intercommunal du Pays du Gier

Liste des sigles utilisés

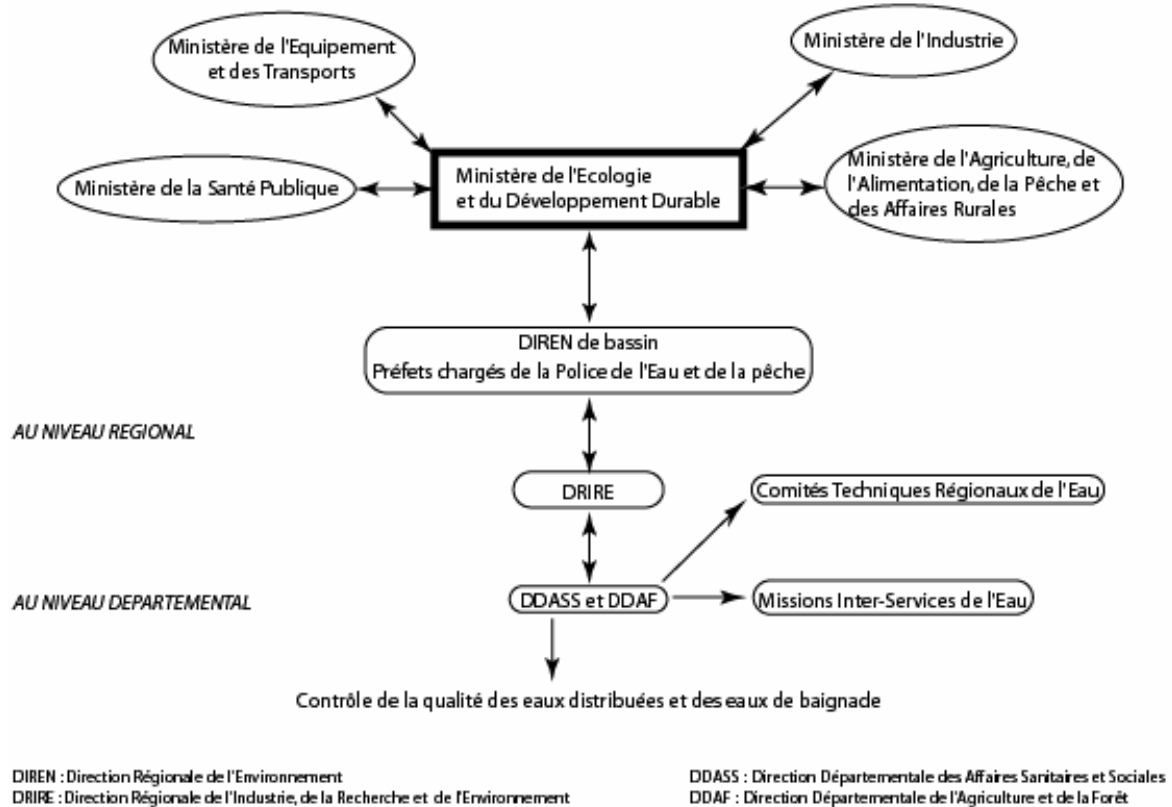
S.I.PRO.FOR.S. : Syndicat de Production de FORez Sud
S.I.V.O. : Syndicat Intercommunal de la Vallée de l'Ondaine
S.I.V.U. : Syndicat Intercommunal à Vocation Unique
S.M.A.G.L. : Syndicat Mixte d'Aménagement des Gorges de la Loire
S.M.I.F. : Syndicat Mixte d'Irrigation et de mise en valeur du Forez
S.P.A.N.C. : Service Public d'Assainissement Non Collectif
S.R.A.E. : Société Régionale d'Affinage d'Eau
S.U.A.D. : Service d'Utilité Agricole et de Développement
SYMPAE : Syndicat Intercommunal de Production et d'Adduction d'Eau Potable
U.G.B. : Unité de Gros Bétail
W.W.F. : World Wide Fund for Nature

Annexes

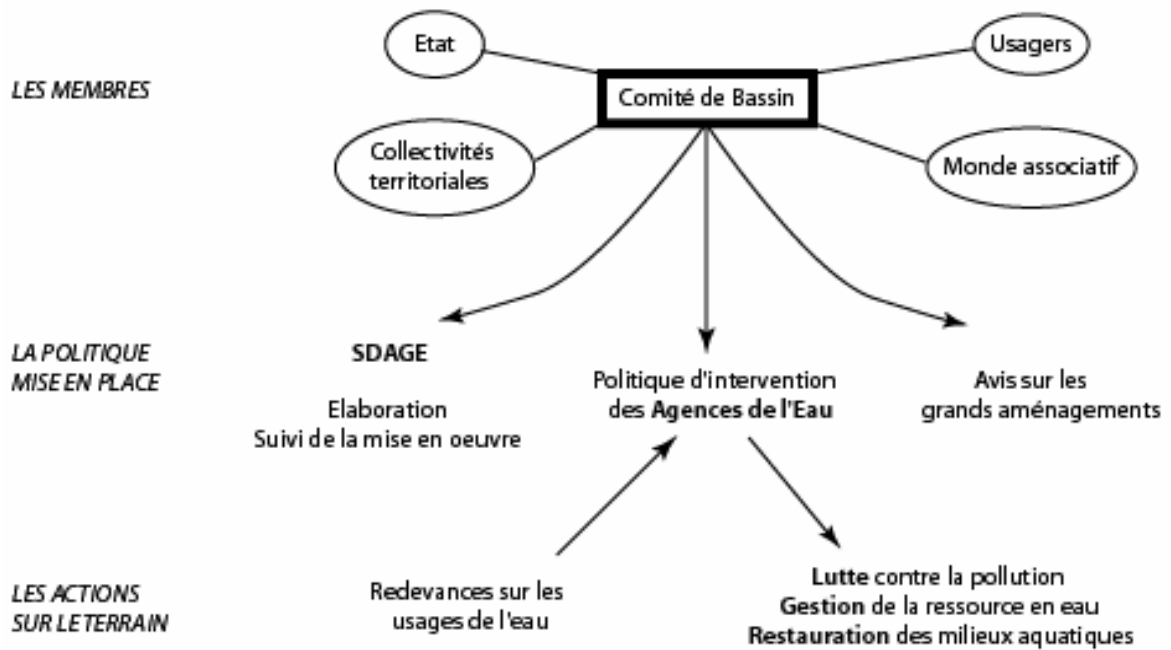
L'organisation de la gestion de la ressource en eau en France

Réglementation = L'Etat

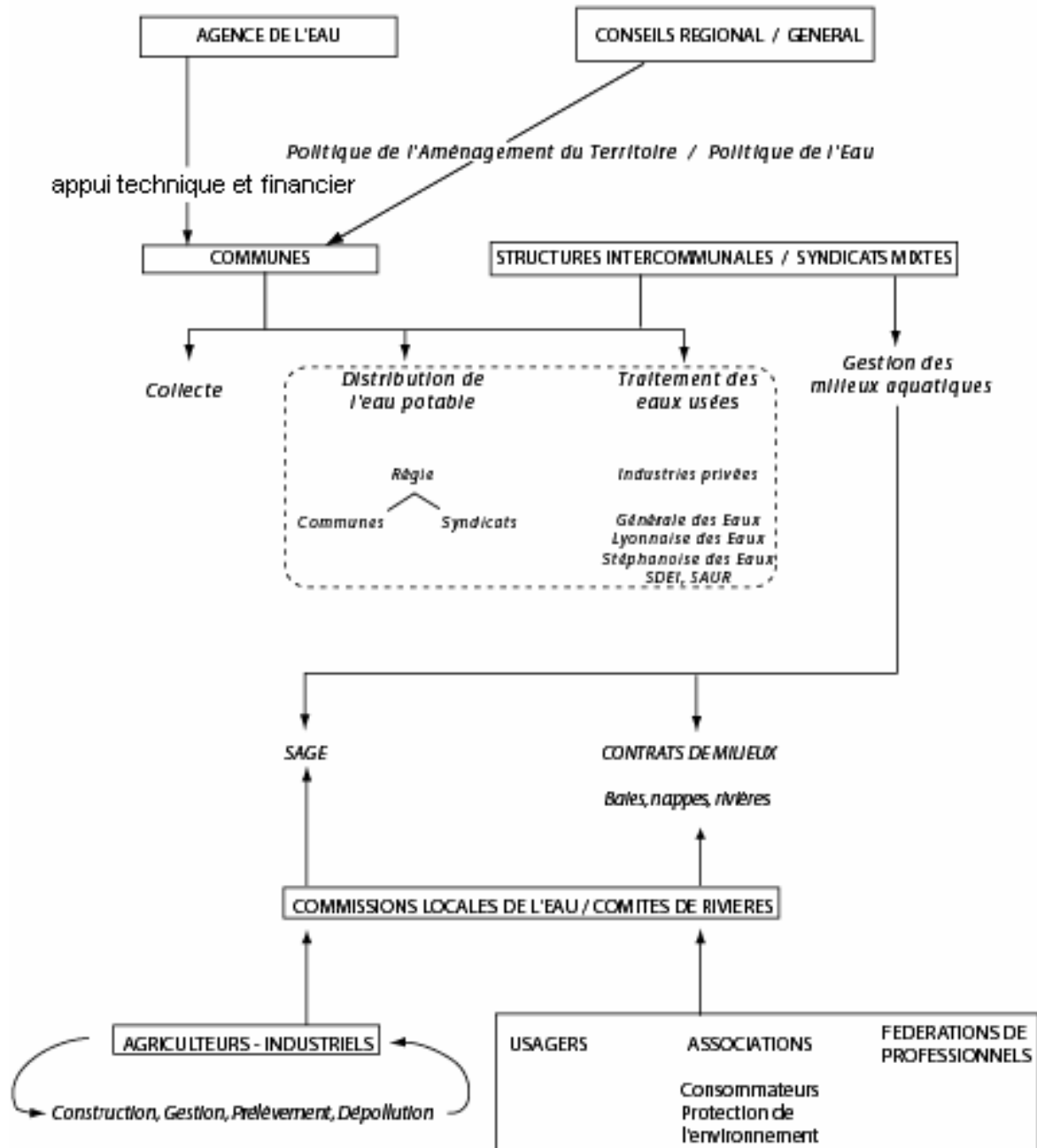
(Source : Agence RMC)



Planification et incitation financière : les organismes de bassin



Mise en oeuvre locale = collectivités territoriales, acteurs économiques, associations



Propositions opinions = acteurs économiques, associations